

(19)



(11)

EP 4 005 695 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.05.2025 Patentblatt 2025/21

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B21D 1/05 (2006.01) B21B 37/48 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21210735.3**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B21D 1/05; B21B 39/082

(22) Anmeldetag: **26.11.2021**

(54) **SPANNROLLENSATZ FÜR EINE RICHTANLAGE ZUM RICHTEN EINES BANDES, RICHTANLAGE, NACHWALZGERÜSTANLAGE UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER RICHTANLAGE**

SET OF TENSIONING ROLLERS FOR STRAIGHTENING A STRIP, STRAIGHTENING PLANT, SKINPASS FRAME ASSEMBLY AND METHOD FOR OPERATING A STRAIGHTENING PLANT

ENSEMBLE DE ROULEAUX DE TENSION POUR UNE INSTALLATION DE DRESSAGE PERMETTANT DE DRESSER UNE BANDE, INSTALLATION DE DRESSAGE, INSTALLATION DE LAMINAGE DE CORRECTION ET PROCÉDÉ DE FONCTIONNEMENT D'UNE INSTALLATION DE DRESSAGE

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

- **LATHE, Roger**
40625 Düsseldorf (DE)
- **KREMEYER, Julian**
40723 Hilden (DE)

(30) Priorität: **30.11.2020 DE 102020007286**

(74) Vertreter: **Uexküll & Stolberg**
Partnerschaft von
Patent- und Rechtsanwälten mbB
Beselerstraße 4
22607 Hamburg (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.06.2022 Patentblatt 2022/22

(73) Patentinhaber: **VDEh-Betriebsforschungsinstitut GmbH**
40237 Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-03/061865 DE-A1- 102018 009 611
GB-A- 1 409 025 KR-B1- 101 510 535

(72) Erfinder:

- **MÜCKE, Gert**
40724 Hilden (DE)

EP 4 005 695 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Spannrollensatz für eine Richtanlage zum Richten eines Bandes. Ferner bezieht sich die Erfindung auf eine Richtanlage zum Richten eines Bandes. Ferner bezieht sich die Erfindung auf eine Nachwalzgerüstanlage zum Nachwalzen eines Bandes. Ferner bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zum Betreiben einer Richtanlage oder eine Nachwalzgerüstanlage.

[0002] An die Qualität von Produkten und Halbzeugen aus Blech- und Bandmaterial werden zunehmend höhere Anforderungen gestellt. Von den verschiedenen Abnehmern werden Blecherzeugnisse gefordert, die aus optischen und aus verfahrenstechnischen Gründen sehr engen Toleranzen unterworfen sind. Ein wesentliches Qualitätsmerkmal der Blecherzeugnisse ist dabei ihre Planheit. Bedingt durch unterschiedliche Einflüsse wird diese Planheitsanforderung beim Walzen sehr oft nicht erfüllt. Zur Beseitigung der Unplanheit werden daher nachträglich Bandrichtverfahren eingesetzt. Durch plastisches Dehnen der kürzeren Bandanteile im Band wird ein Längenausgleich erreicht. Dadurch können beispielsweise Mitten- oder Randwellen eliminiert werden. Dabei werden die Bandabschnitte, welche vor dem Richtvorgang verschieden lang und daher teilweise wellig waren, unterschiedlich plastisch gelängt.

[0003] Für das Richten von Bändern werden regelmäßig kontinuierlich arbeitende Richtverfahren eingesetzt, die bezüglich ihrer Wirkungsweise in Streckbiegerichten, Zugrecken oder ein kombiniertes Zugrecken und Streckbiegerichten unterschieden werden. Allen drei gemeinsam ist, dass sie

- einen Einlauf-Spannrollensatz, in dem der Bandzug gegenüber dem Bandzug in der Linie erhöht wird,
- eine Reckzone oder ein Streckbiegegerüst und
- einen Auslauf-Spannrollensatz, in dem der Bandzug wieder auf das Niveau der Linie reduziert wird,

aufweisen.

[0004] Damit die Reckzone oder/und das Biegegerüst optimal eingestellt werden können, ist es erforderlich, die Planheit des Bandes kontinuierlich zu messen.

[0005] In der Reckzone, bzw. vor oder nach dem Biegegerüst herrschen üblicherweise sehr beengte Einbauverhältnisse. Ebenso sind zwischen dem Auslauf-Spannrollensatz und beispielsweise einem Aufwickelhaspel beengte Einbauverhältnisse vorherrschend.

[0006] Aus EP 1 789 211 B1 ist eine Bandbehandlungsanlage mit einem Spannrollenpaar bekannt, bei der das Band über eine Spannrolle des Spannrollenpaares geführt wird und der Bandzug durch die Spannrolle zwischen dem Einlauf auf die Spannrolle und dem Auslauf von der Spannrolle erhöht bzw. verringert wird, wobei die Spannrolle mindestens einen am Umfang der Spannrolle angeordneten Messsensor zur Erfassung der Spannungsverteilung im Band aufweist.

[0007] Aus der DE 10 2018 111 627 A1 ist eine Streck-Biege-Richtanlage mit einem Zuführmittel zur Zuführung eines bandförmigen Materials entlang einer Laufrichtung in einen Hochzugbereich und einen Niederzugbereich bekannt, wobei der Niederzugbereich in Laufrichtung dem Hochzugbereich stromabwärts nachgeordnet ist. Bei der bekannten Streck-Biege-Richtanlage ist ein Biege-Richt-Aggregat vorgesehen, das im Hochzugbereich angeordnet ist. Ferner ist wenigstens ein Messsystem zum Ermitteln eines ersten Messwerts im Hochzugbereich bekannt. Es ist vorgesehen, dass ergänzend wenigstens ein Messsystem zur Ermittlung eines zweiten Messwerts im Niederzugbereich vorgesehen ist.

[0008] GB 1 409 025 offenbart einen Spannrollesatz zum Richten eines Bandes mit zwei oberen Rollen und zwei unteren Rollen.

[0009] Vor diesem Hintergrund lag der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Spannrollensatz für eine Richtanlage zum Richten eines Bandes oder für ein Nachwalzgerüstanlage zum Nachwalzen eines Bandes vorzuschlagen, bei dessen Einsatz in einer Richtanlage ein Richten des Bandes oder bei dessen Einsatz in einer Nachwalzgerüstanlage das Nachwalzen besser durchgeführt werden kann.

[0010] Diese Aufgabe wird durch den Spannrollensatz gemäß Anspruch 1, durch die Richtanlage gemäß Anspruch 8, die Nachwalzgerüstanlage gemäß Anspruch 10 und die Verfahren gemäß Anspruch 11, 12 oder 13 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen und der hier nachfolgenden Beschreibung vorgesehen.

[0011] Die Erfindung geht von dem Grundgedanken aus, eine Spannrolle des Spannrollensatzes, wie in EP 1 789 211 B1 vorgeschlagen, als Planheitsmessrolle auszubilden, wobei der Spannrollensatz erfindungsgemäß so weiter gebildet wird, dass zwar ein Antrieb für die zweite Spannrolle vorgesehen ist, mit dem ein Drehmoment um die zweite Rollenachse auf die zweite Spannrolle aufgebracht werden kann, aber erfindungsgemäß die erste Spannrolle antriebslos ausgeführt ist.

[0012] Es hat sich gezeigt, dass bei Spannrollen, die mit Antrieben versehen sind, der Antrieb häufig einseitig über den Lagerzapfen der Spannrolle das erforderliche Drehmoment liefert. Beim Aufbringen des Bandzugs wirkt das über den Antrieb auf die Zugrolle aufgebrachte Drehmoment dem Bandrückzug entgegen, was zur Folge hat, dass dabei der Rollenkörper der Zugrolle und das gegebenenfalls vorhandene Beschichtungsmaterial im elastischen Bereich verformt bzw. tordiert werden. Durch eine derartige Verformung des Rollenkörpers der Spannrolle und des gegebenenfalls vorhandenen Beschichtungsmaterials kann die Messung des Kraftsensors verfälscht werden.

[0013] Indem nun erfindungsgemäß die als Planheitsmessrolle ausgeführte erste Spannrolle antriebslos ausgeführt wird, kann dieser Messfehler vermieden bzw. reduziert werden. Dadurch kann bei einem Einsatz eines solchen Spannrollensatzes in einer Richtanlage das Richten des Bandes besser durchgeführt werden, da die Messergebnisse der Planheitsmessrolle besser sind. Ebenso kann bei einem Einsatz eines solchen Spannrollensatzes in einer Nachwalzgerüstanlage das Nachwalzen des Bandes besser durchgeführt werden, da die Messergebnisse der Planheitsmessrolle besser sind.

[0014] Die Erfindung richtet sich auf einen Spannrollensatz für eine Richtanlage zum Richten eines Bandes. Es steht zu erwarten, dass die Vorteile der Erfindung bereits bei einem Rollensatz erreicht werden, der nur eine erste Spannrolle und eine zweite Spannrolle aufweist. Bevorzugt weist der Spannrollensatz erfindungsgemäß jedoch eine erste Spannrolle, eine zweite Spannrolle und eine dritte Spannrolle, insbesondere bevorzugt des Weiteren eine vierte Spannrolle und noch weiter bevorzugt des Weiteren eine fünfte Spannrolle und ganz besonders bevorzugt des Weiteren eine sechste Spannrolle auf.

[0015] Wie auch in EP 1 789 221 B1 vorgeschlagen, ist die erste Spannrolle eine Planheitsmessrolle, die einen Kraftsensor zum Messen einer auf die Umfangsfläche der Planheitsmessrolle ausgeübten Radialkraft aufweist.

[0016] Es sind Ausführungsformen denkbar, bei denen der Spannrollensatz mehrere Planheitsmessrollen aufweist, so wie dies beispielsweise in der DE 10 2019 006 788 beschrieben wird. In einer bevorzugten Ausführungsform weist der Spannrollensatz jedoch nur eine einzige Planheitsmessrolle auf. Durch diese Beschränkung auf eine einzige Planheitsmessrolle innerhalb des Spannrollensatzes kann der Aufwand für Spannrollensatz reduziert werden.

[0017] Die Planheitsmessrolle kann nach Art der in DE 42 36 657 A1 beschriebenen Messrolle oder nach Art der in DE 196 16 980 A1 beschriebenen Messrolle oder nach Art der in DE 102 07 501 C1 beschriebenen Messrolle oder nach Art der in DE 20 2007 001 066 U1 beschriebenen Messrolle oder nach Art der in EP 1 469 955 B1 beschriebenen Messrolle ausgeführt sein. Weiterhin kann die Messrolle nach Art der in WO2020/120328 A1 oder nach Art der in WO2020/120329 A1 beschriebenen Messrolle ausgeführt sein.

[0018] Die Messrolle weist einen Messrollenkörper auf. Vorzugsweise weist der Messrollenkörper eine geschlossene Umfangsfläche auf. In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Messrollenkörper eine Vollrolle, die sich entlang einer Längsachse erstreckt. Unter einer Vollrolle wird ein Messrollenkörper verstanden, der einstückig ist und dessen Form entweder mit einem Urformverfahren, beispielsweise Gießen, hergestellt wurde und/oder dessen geometrische Form durch Trennverfahren, insbesondere durch Zerspanen, insbesondere durch Drehen, Bohren, Fräsen oder Schleifen aus einem einstückigen Halbzeug hergestellt wird. In einer bevorzugten Ausführungsform sind bei einem solchen als Vollrolle ausgebildeten Messrollenkörper auch die jeweils stirnseitig der Messrolle angeordneten Messrollenzapfen zur drehbaren Lagerung der Messrolle, beispielsweise in Kugellagern, Teil des einstückigen Körpers. Es sind jedoch auch Bauformen, wie sie beispielsweise Fig. 2 der DE 20 2014 006 820 U1 dargestellt werden, denkbar, bei denen der Hauptteil des Messrollenkörpers als zylinderförmige Vollrolle ausgeführt wird, die stirnseits angeordnete Deckel aufweist, an denen die Messrollenzapfen ausgeführt sind. Ferner kann der Messrollenkörper beispielsweise wie der in Fig. 3 der DE 20 2014 006 820 U1 ausgeführte Messrollenkörper ausgebildet sein, bei dem der Messrollenkörper mit angeformten Zapfen ausgebildet ist und über den Messrollenkörper ein Mantelrohr aufgeschoben wird. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform weist die Messrolle jedoch kein Mantelrohr auf, sondern ist als Vollrolle ausgeführt. Es sind Ausführungsformen denkbar, bei denen der Messrollenkörper aus einzelnen, nebeneinander angeordneten Scheiben gebildet wird, wie dies beispielsweise in DE 26 30 410 C2 gezeigt wird.

[0019] Der Messrollenkörper der Messrolle weist vorzugsweise eine geschlossene Umfangsfläche auf. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass der Messrollenkörper als Vollrolle ausgebildet wird und alle in dem Messrollenkörper vorgesehenen Ausnehmungen derart ausgebildet sind, dass keine Ausnehmung von der Ausnehmung zur Umfangsfläche führt. Bei einer solchen Ausführungsform werden die Ausnehmungen insbesondere bevorzugt axial geführt und weisen eine Öffnung an einer Stirnseite des Messrollenkörpers auf oder es werden Querkäle innerhalb des Messrollenkörpers vorgesehen, die von der Ausnehmung aus radial weiter in das Innere des Messrollenkörpers führen, beispielsweise zu einem Sammelkanal in der Mitte des Messrollenkörpers. Eine geschlossene Umfangsfläche des Messrollenkörpers lässt sich ferner dadurch erzielen, dass bei Ausführungsformen, bei denen die jeweilige Ausnehmung eine in Richtung auf die Umfangsfläche führende Ausnehmung aufweist, diese durch ein Verschlusselement verschlossen werden. Ein derartiges Verschlusselement kann ein einen Grundkörper des Messrollenkörpers gesamthaft umgebendes Mantelrohr sein, wie beispielsweise in den Fig. 3 und 4 der DE 10 2014 012 426 A1 gezeigt. Das Verschlusselement kann jedoch auch nach Art der in DE 197 47 655 A1 gezeigten Abdeckung ausgebildet sein. In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Messrolle jedoch kein Mantelrohr auf, sondern ist als Vollrolle ausgeführt, entweder als solche, bei der keine Ausnehmung von der Ausnehmung zur Umfangsfläche führt, oder als solche, bei der die jeweilige Ausnehmung eine in Richtung auf die Umfangsfläche führende Ausnehmung ist, die aber durch ein Verschlusselement, wie beispielsweise eine Abdeckung, verschlossen wird. Zudem sind Beschichtungen, beispielsweise der Umfangsfläche einer Vollrolle oder der Umfangsfläche eines Mantelrohr denkbar, beispielsweise zur Reduktion der Reibung oder zum Schutz des über die Messrolle zu führenden bandförmigten Guts.

[0020] In dem Messrollenkörper der Messrolle ist mindestens eine Ausnehmung vorgesehen. Es hat sich gezeigt, dass

die Vorzüge der Erfindung bereits mit einer einzigen Ausnehmung im Messrollenkörper erreicht werden können. So ist es bei der Planheitsmessung denkbar, eine Information über die Planheit des über die Messrolle geführten bandförmigen Guts einmal pro Umdrehung der Messrolle bereitzustellen.

[0021] In einer bevorzugten Ausführungsform weist der Messrollenkörper mehrere Ausnehmungen auf. In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Ausnehmungen im gleichen radialen Abstand zur Längsachse des Messrollenkörpers ausgeführt. In einer bevorzugten Ausführungsform sind alle Ausnehmungen in Umfangsrichtung äquidistant zueinander verteilt angeordnet. Es sind aber auch Ausführungsformen denkbar, bei denen eine erste Gruppe von Ausnehmungen vorgesehen ist, die insbesondere bevorzugt im gleichen radialen Abstand zur Längsachse und in Umfangsrichtung äquidistant verteilt angeordnet sind, und bei dem zusätzlich zu dieser ersten Gruppe von Ausnehmungen zumindest eine weitere Ausnehmung vorgesehen ist, die entweder bezüglich ihres radialen Abstands zur Längsachse anders ausgeführt ist, als die Ausnehmungen der ersten Gruppe und/oder nicht den gleichen Abstand in Umfangsrichtung zu den übrigen Ausnehmungen aufweist, wie die übrigen Ausnehmung zueinander aufweisen. So ist es beispielsweise denkbar, eine Messrolle hinsichtlich der Planheitsmessung so auszuführen, wie eine Messrolle des Standes der Technik, beispielsweise wie die aus DE 102 07 501 bekannte Vollrolle oder die aus DE 10 2014 012 426 A1 bekannten Messrollen, um dann aber für die weiterführende Ausstattung diese Messrollen des Standes der Technik mit einer weiteren, außerhalb des Rasters ausgeführten Ausnehmung zu versehen, mit der beispielsweise eine andere Messung durchgeführt wird. Vorzugsweise sind die in diesem Absatz genannten Ausnehmungen solche, die in Axialrichtung des Messrollenkörpers verlaufen. Es sind auch Ausführungsformen denkbar, bei der die Messrolle eine einzige Ausnehmung aufweist und alle Kraftsensoren der Messrolle in einer einzigen Ausnehmung, beispielsweise in einer einzigen axial verlaufenden Ausnehmung angeordnet sind.

[0022] In einer bevorzugten Ausführungsform weist der Messrollenkörper eine geschlossene Umfangsfläche auf und wird stirnseitig jeweils durch eine Stirnseite abgeschlossen. In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Stirnseiten im Winkel von 90° zur Umfangsfläche angeordnet.

[0023] In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Messrolle Lagerzapfen auf. In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Lagerzapfen bei Ausführungsformen der Messrolle mit Stirnseiten die Lagerzapfen an den Stirnseiten ausgebildet.

[0024] In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Messrollenkörper zylinderförmig ausgeführt.

[0025] Die Messrolle ist in einer bevorzugten Ausführungsform mit mindestens einer Ausnehmung in dem Messrollenkörper ausgeführt, die beabstandet zu der Umfangsfläche angeordnet ist, wobei die Ausnehmung sich nicht zur Umfangsfläche hin öffnet, bzw. keine von der Ausnehmung fortführende weitere Ausnehmung, beispielsweise keine Bohrung zur Umfangsfläche führt. In einer alternativen bevorzugten Ausführungsform führt die Ausnehmung von der Umfangsfläche in das Innere des Messrollenkörpers, ist aber durch ein Verschlusselement verschlossen. In einer bevorzugten Ausführungsform sind bei den Ausführungsformen, in denen die Messrolle mit mehreren Ausnehmungen in dem Messrollenkörper ausgeführt ist, die beabstandet zu den Umfangsflächen angeordnet sind, entweder alle Ausnehmungen derart ausgeführt, dass keine Ausnehmung, bspw. keine Bohrung von der Ausnehmung zur Umfangsfläche führt (und auch nicht die Ausnehmung selbst in die Umfangsfläche mündet), oder es sind einige Ausnehmungen derart ausgeführt, dass keine Ausnehmung von der jeweiligen Ausnehmung zur Umfangsfläche führt, während bei anderen Ausnehmungen eine in Richtung auf die Umfangsfläche führende Ausnehmung vorgesehen ist, die aber durch ein Verschlusselement verschlossen ist. Das Verschlusselement ist - wie vorstehend ausgeführt - eine Abdeckung oder beispielsweise ein Mantelrohr.

[0026] In einer bevorzugten Ausführungsform erstreckt sich eine Ausnehmung des Messrollenkörpers in eine Richtung parallel zur Längsachse des Messrollenkörpers. Sind gemäß einer bevorzugten Ausführungsform mehrere Ausnehmungen in dem Messrollenkörper vorgesehen, so ist es bevorzugt, dass alle Ausnehmungen des Messrollenkörpers sich jeweils in eine Richtung parallel zur Längsachse des Messrollenkörpers erstrecken. In einer bevorzugten Ausführungsform mündet die jeweilige Ausnehmung zumindest an einem ihrer Enden, vorzugsweise an beiden ihrer Enden an einer Stirnfläche des Messrollenkörpers. Eine an einer Stirnseite eines Messrollenkörpers endende Ausnehmung kann durch eine Endkappe verschlossen sein, wobei diese Endkappe nur diese Ausnehmung verschließt. Ebenso sind Ausführungsformen denkbar, bei denen die Stirnseite des Messrollenkörpers durch einen Deckel gesamthaft verschlossen wird, wie beispielsweise in Fig. 1 und 2, bzw. Fig. 4 der DE 10 2014 012 426 A1 gezeigt.

[0027] In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Ausnehmung langgestreckt ausgeführt, wobei unter "langgestreckt" verstanden wird, dass die Ausnehmung in eine erste Richtung (in die Längsrichtung der Ausnehmung) größer ist als in irgendeine senkrecht zu dieser Richtung stehenden Richtung. In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Erstreckung der langgestreckten Ausnehmung in Längsrichtung um das Zweifache oder insbesondere bevorzugt um mehr als das Zweifache größer als in irgendeine senkrecht zu dieser Richtung stehende Richtung. In einer bevorzugten Ausführungsform schließt die Längsrichtung der Ausnehmung mit der Längsrichtung des Messrollenkörpers einen Winkel ein, der kleiner ist als 75°, insbesondere bevorzugt <45°, insbesondere bevorzugt <30°, insbesondere bevorzugt <10°, insbesondere bevorzugt <5° ist. In einer bevorzugten Ausführungsform steht die Längsrichtung der Ausnehmung nicht senkrecht zur Längsachse des Messrollenkörpers. Sollten sich - was in einer Ausführungsform denkbar wäre - die

Längsachse der Ausnehmung und die Längsachse des Messrollenkörpers nicht schneiden, so gilt die vorstehend genannte Auslegungsregel für die Projektion der Längsachse der Ausnehmung auf die Ebene, die die Längsachse des Messrollenkörpers enthält. Bei diesen Ausführungsformen ist demnach die Projektion der Längsachse der Ausnehmung auf eine Ebene, die die Längsachse des Messrollenkörpers enthält, derart ausgeführt, dass die Projektion der die Längsrichtung der Ausnehmung mit der Längsrichtung des Messrollenkörpers einen Winkel einschließt, der kleiner ist als 75° , insbesondere bevorzugt $<45^\circ$, insbesondere bevorzugt $<30^\circ$, insbesondere bevorzugt $<10^\circ$, insbesondere bevorzugt $<5^\circ$ ist. In den bevorzugten Ausführungsformen, in denen sich die Ausnehmung parallel zur Längsachse des Messrollenkörpers erstreckt, schneidet die Längsachse der Ausnehmung offensichtlich die Längsachse des Messrollenkörpers nicht, ebenso wenig wie eine Projektion der Längsachse auf eine Ebene, die die Längsachse des Messrollenkörpers enthält, die Längsachse des Messrollenkörpers nicht schneidet. In DE 20 2007 001 066 U1 wird beispielsweise eine Messrolle mit langgestreckt ausgeführten Ausnehmungen gezeigt.

[0028] In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Planheitsmessrolle eine parallel zur ersten Rollenachse verlaufende Axialbohrung auf, wobei der Kraftsensor in der Axialbohrung angeordnet ist. Gemäß der Erfindung wird die Planheitsmessrolle nicht mehr oder nur noch im geringen Maße durch Torsionskräfte beeinflusst. Hierdurch können auch Rollenausführungen verwendet werden, bei denen die Sensoren nicht nur in radialen Bohrungen, sondern auch in axialen Bohrungen, wie beispielsweise in der EP 1 469 955 A1 beschrieben, eingesetzt werden.

[0029] In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Planheitsmessrolle eine Oberflächenbeschichtung auf. Insbesondere bevorzugt weist die Planheitsmessrolle eine Beschichtung aus Wolframcarbid oder Chrom auf. Auch kann die Oberflächenbeschichtung als Gummi- oder Polyurethanbeschichtung ausgeführt werden.

[0030] In dieser Beschreibung wird von einer ersten Spannrolle und einer zweiten Spannrolle, und im Kontext von bevorzugten Ausführungsformen von einer dritten Spannrolle, einer vierten Spannrolle und teilweise sogar von einer fünften und einer sechsten Spannrolle eines Spannrollensatzes gesprochen. Die Verwendung der Ordnungszahlen "erste", "zweite", "dritte", "vierte", "fünfte" und "sechste" bedeutet nicht zwingend, sondern nur in einer bevorzugten Ausführungsform, dass das den Spannrollensatz durchlaufende Band über die vorhandenen Spannrollen in der Reihenfolge ihrer Ordnungszahlen geführt wird, also zunächst über die erste Spannrolle und dann über die zweite Spannrolle etc. geführt wird. Die Erfindung richtet sich zunächst auf die Erkenntnis, dass innerhalb eines Spannrollensatzes eine Spannrolle mit einem Antrieb vorgesehen ist (die sogenannte "zweite Spannrolle") und zusätzlich eine als "erste Spannrolle" bezeichnete Planheitsmessrolle, die antriebslos oder mit einem Hilfsantrieb ausgestattet ist. Die Erfindung legt zunächst nicht fest, in welcher räumlichen Lage die erste Spannrolle und die zweite Spannrolle zueinander liegen. Es ist für das Erreichen der Vorteile der Erfindung nicht zwingend notwendig, dass die Planheitsmessrolle (die "erste Spannrolle") die räumlich erste Spannrolle ist, über die das Band läuft, wenn das Band in den Spannrollensatz einläuft. Es ist für das Erreichen der Vorteile der Erfindung auch nicht zwingend notwendig, dass die "zweite Spannrolle" die Spannrolle ist, die der Planheitsmessrolle (der "ersten Spannrolle") in Bandlaufrichtung unmittelbar nachgeordnet ist. Es sind somit auch Ausführungsformen denkbar, bei denen die Planheitsmessrolle (die "erste Spannrolle") die letzte Spannrolle eines Spannrollensatzes oder eine zwischen der vordersten Spannrolle und der letzten Spannrolle eines Spannrollensatzes angeordnete Spannrolle ist. Ebenso sind Ausführungsformen denkbar, bei denen zwischen der Planheitsmessrolle (der "ersten Spannrolle") und der angetriebenen, zweiten Spannrolle weitere Spannrollen, möglicherweise angetriebene aber auch möglicherweise nicht angetriebene Spannrollen, vorgesehen sind.

[0031] In einer bevorzugten Ausführungsform ist die zweite Spannrolle jedoch die Spannrolle des Spannrollensatzes, über die das Band geführt wird, nachdem es die als Planheitsmessrolle ausgeführte erste Spannrolle verlässt. Dabei ist in einer ganz besonders bevorzugten Ausführungsform die als Planheitsmessrolle ausgeführte erste Spannrolle die Spannrolle des Spannrollensatzes, auf die das Band als erstes aufläuft, wenn es in den Spannrollensatz einläuft. In einer bevorzugten Ausführungsform, bei der eine dritte Spannrolle vorgesehen ist, ist diese dritte Spannrolle der zweiten Spannrolle in Bandlaufrichtung nachgeschaltet, insbesondere bevorzugt unmittelbar nachgeschaltet. In einer bevorzugten Ausführungsform, bei der eine vierte Spannrolle vorgesehen ist, ist diese vierte Spannrolle der dritten Spannrolle in Bandlaufrichtung nachgeschaltet, insbesondere bevorzugt unmittelbar nachgeschaltet. In einer bevorzugten Ausführungsform, bei der eine fünfte Spannrolle vorgesehen ist, ist diese fünfte Spannrolle der vierten Spannrolle in Bandlaufrichtung nachgeschaltet, insbesondere bevorzugt unmittelbar nachgeschaltet. In einer bevorzugten Ausführungsform, bei der eine sechste Spannrolle vorgesehen ist, ist diese sechste Spannrolle der fünften Spannrolle in Bandlaufrichtung nachgeschaltet, insbesondere bevorzugt unmittelbar nachgeschaltet.

[0032] Die im vorstehenden Absatz beschriebene, bevorzugte Anordnung der einzelnen Spannrollen eignet sich besonders gut für Ausführungsformen, bei denen der erfindungsgemäße Spannrollensatz nach einer Reckzone oder nach einem Biegegerüst angeordnet werden soll und der Wunsch besteht, zu dokumentieren, mit welcher Planheitsgüte das Band die Reckzone, bzw. das Biegegerüst verlässt. Diese bevorzugte Anordnung eignet sich auch für einen Spannrollensatz, der einem Abwickelhaspel nachgeordnet ist, und der Wunsch besteht, zu dokumentieren, mit welcher Planheitsgüte das Band den Haspel verlässt.

[0033] In einer bevorzugten, alternativen Ausführungsform ist die als Planheitsmessrolle ausgeführte erste Spannrolle jedoch die Spannrolle des Spannrollensatzes, über die das Band geführt wird, nachdem es die zweite Spannrolle verlässt.

Dabei ist in einer ganz besonders bevorzugten Ausführungsform die als Planheitsmessrolle ausgeführte erste Spannrolle die Spannrolle des Spannrollensatzes, von der das Band als letztes abläuft, wenn es aus dem Spannrollensatz ausläuft. In dieser bevorzugten Ausführungsform ist die als Planheitsmessrolle ausgeführte erste Spannrolle somit die letzte Spannrolle des Spannrollensatzes. In einer bevorzugten Ausführungsform, bei der eine dritte Spannrolle vorgesehen ist, ist diese dritte Spannrolle der zweiten Spannrolle in Bandlaufrichtung vorgeschaltet, insbesondere bevorzugt unmittelbar vorgeschaltet. In einer bevorzugten Ausführungsform, bei der eine vierte Spannrolle vorgesehen ist, ist diese vierte Spannrolle der dritten Spannrolle in Bandlaufrichtung vorgeschaltet, insbesondere bevorzugt unmittelbar vorgeschaltet. In einer bevorzugten Ausführungsform, bei der eine fünfte Spannrolle vorgesehen ist, ist diese fünfte Spannrolle der vierten Spannrolle in Bandlaufrichtung vorgeschaltet, insbesondere bevorzugt unmittelbar vorgeschaltet. In einer bevorzugten Ausführungsform, bei der eine sechste Spannrolle vorgesehen ist, ist diese sechste Spannrolle der fünften Spannrolle in Bandlaufrichtung vorgeschaltet, insbesondere bevorzugt unmittelbar vorgeschaltet.

[0034] Die im vorstehenden Absatz beschriebene, bevorzugte Anordnung der einzelnen Spannrollen eignet sich besonders gut für Ausführungsformen, bei denen der erfindungsgemäße Spannrollensatz vor einem Aufwickelhaspel angeordnet werden soll und der Wunsch besteht, zu dokumentieren, mit welcher Planheitsgüte das Band auf den Aufwickelhaspel aufgewickelt wird. Diese bevorzugte Anordnung eignet sich auch für einen Spannrollensatz, der vor einer Reckzone oder einem Biegegerüst angeordnet werden soll, und der Wunsch besteht, zu dokumentieren, mit welcher Planheitsgüte das Band in die Reckzone oder das Biegegerüst einläuft.

[0035] Die Erfindung sieht einen Antrieb für die zweite Spannrolle vor, mit dem ein Drehmoment um die zweite Rollenachse auf die zweite Spannrolle aufgebracht werden kann. Ein solcher Antrieb ist insbesondere bevorzugt mit einem Elektromotor und einem Getriebe ausgestattet, mit dem einstellbare Drehmomente erzeugt werden können. Der Antrieb bringt das Drehmoment insbesondere bevorzugt einseitig auf einen der Lagerzapfen der Spannrolle auf. In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Antrieb dazu ausgeführt, ein maximales Drehmoment aus dem Bereich von 1-100 kNm auf die Spannrolle aufzubringen.

[0036] In einer bevorzugten Ausführungsform ist die erste Spannrolle antriebslos ausgeführt und alle übrigen vorhandenen Spannrollen angetrieben ausgeführt. In einer bevorzugten Ausführungsform weist die erste Spannrolle einen Hilfsantrieb auf und auch alle übrigen vorhandenen Spannrollen sind angetrieben ausgeführt.

[0037] Bei dem erfindungsgemäßen Spannrollensatz ist es gemäß einer ersten Ausführungsform vorgesehen, dass die als Planheitsmessrolle ausgeführte erste Spannrolle antriebslos ausgeführt ist. In dieser Ausführungsform des erfindungsgemäßen Spannrollensatzes ist kein Antrieb für die erste Spannrolle vorgesehen, mit dem ein Drehmoment um die erste Rollenachse auf die erste Spannrolle aufgebracht werden kann. Die erste Spannrolle ist somit als Schlepprolle ausgeführt.

[0038] In einer vorgesehenen Alternative ist zwar ein Hilfsantrieb für die erste Spannrolle vorgesehen, mit dem ein Drehmoment um die erste Rollenachse auf die erste Spannrolle aufgebracht werden kann. Dieser Hilfsantrieb für die erste Spannrolle ist jedoch schwächer ausgeführt, als der Antrieb für die zweite Spannrolle. Während der Antrieb für die zweite Spannrolle so ausgeführt ist, dass er dem Grundgedanken eines Spannrollensatzes folgend dazu eingesetzt werden kann, den Bandzug im Band zu erhöhen bzw. herabzusetzen, kann es sein, dass ein Hilfsantrieb für die erste Spannrolle notwendig ist, um beim Hochfahren der Richtanlage die erste Spannrolle zu drehen und damit das Einfädeln des Bandes zu ermöglichen und bei Bedarf um die Rolle zu beschleunigen und abzubremesen. Ein derartiger Hilfsantrieb ist jedoch für den eigentlichen Betrieb der Richtanlage nicht notwendig und wird in einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens nach einer Anlaufphase abgeschaltet oder auf ein Drehmoment von 0 Nm geregelt.

[0039] In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Hilfsantrieb um eine Größenordnung schwächer ausgeführt als der Antrieb für die zweite Spannrolle. In einer bevorzugten Ausführungsform kann der Hilfsantrieb ein maximales Drehmoment erzeugen, das in dem Bereich von 0,03 bis 0,3 kNm liegt.

[0040] In einer bevorzugten Ausführungsform ist eine dritte Spannrolle mit einer dritten Rollenachse vorgesehen. Insbesondere bevorzugt ist ein Antrieb für die dritte Spannrolle vorgesehen, mit dem ein Drehmoment um die dritte Rollenachse auf die dritte Spannrolle aufgebracht werden kann. In einer bevorzugten Ausführungsform kann der Antrieb für die dritte Spannrolle ein maximales Drehmoment erzeugen, das um mindestens das Doppelte größer ist als das maximale Drehmoment, das der Antrieb für die zweite Spannrolle erzeugen kann. Dies gilt insbesondere für die Anwendungsfälle, in denen in der Reihenfolge, in der das Band über die Spannrollen läuft, die dritte Spannrolle einer Reckzone, einem Biegegerüst oder einem Nachwalzgerüst näher ist, als die zweite Spannrolle. In einer bevorzugten Ausführungsform kann der Antrieb für die dritte Spannrolle ein maximales Drehmoment erzeugen, das um mindestens um die Hälfte geringer ist als das maximale Drehmoment, das der Antrieb für die zweite Spannrolle erzeugen kann. Dies gilt insbesondere für die Anwendungsfälle, in denen in der Reihenfolge, in der das Band über die Spannrollen läuft, die zweite Spannrolle einer Reckzone, einem Biegegerüst oder einem Nachwalzgerüst näher ist, als die dritte Spannrolle.

[0041] In einer bevorzugten Ausführungsform ist eine vierte Spannrolle mit einer vierten Rollenachse vorgesehen. Insbesondere bevorzugt ist ein Antrieb für die vierte Spannrolle vorgesehen, mit dem ein Drehmoment um die vierte Rollenachse auf die vierte Spannrolle aufgebracht werden kann. In einer bevorzugten Ausführungsform kann der Antrieb für die vierte Spannrolle ein maximales Drehmoment erzeugen, das um mindestens das Doppelte größer ist als das

maximale Drehmoment, das der Antrieb für die dritte Spannrolle erzeugen kann. Dies gilt insbesondere für die Anwendungsfälle, in denen in der Reihenfolge, in der das Band über die Spannrollen läuft, die vierte Spannrolle einer Reckzone, einem Biegegerüst oder einem Nachwalzgerüst näher ist, als die dritte Spannrolle. In einer bevorzugten Ausführungsform kann der Antrieb für die vierten Spannrolle ein maximales Drehmoment erzeugen, das um mindestens um die Hälfte geringer ist als das maximale Drehmoment, das der Antrieb für die dritte Spannrolle erzeugen kann. Dies gilt insbesondere für die Anwendungsfälle, in denen in der Reihenfolge, in der das Band über die Spannrollen läuft, die dritte Spannrolle einer Reckzone, einem Biegegerüst oder einem Nachwalzgerüst näher ist, als die vierte Spannrolle.

[0042] In einer bevorzugten Ausführungsform ist eine fünfte Spannrolle mit einer fünften Rollenachse vorgesehen. Insbesondere bevorzugt ist ein Antrieb für die fünfte Spannrolle vorgesehen, mit dem ein Drehmoment um die fünfte Rollenachse auf die fünfte Spannrolle aufgebracht werden kann. In einer bevorzugten Ausführungsform kann der Antrieb für die fünfte Spannrolle ein maximales Drehmoment erzeugen, das um mindestens das Doppelte größer ist als das maximale Drehmoment, das der Antrieb für die vierte Spannrolle erzeugen kann. Dies gilt insbesondere für die Anwendungsfälle, in denen in der Reihenfolge, in der das Band über die Spannrollen läuft, die fünfte Spannrolle einer Reckzone, einem Biegegerüst oder einem Nachwalzgerüst näher ist, als die vierte Spannrolle. In einer bevorzugten Ausführungsform kann der Antrieb für die fünfte Spannrolle ein maximales Drehmoment erzeugen, das um mindestens um die Hälfte geringer ist als das maximale Drehmoment, das der Antrieb für die vierte Spannrolle erzeugen kann. Dies gilt insbesondere für die Anwendungsfälle, in denen in der Reihenfolge, in der das Band über die Spannrollen läuft, die vierte Spannrolle einer Reckzone, einem Biegegerüst oder einem Nachwalzgerüst näher ist, als die fünfte Spannrolle.

[0043] In einer bevorzugten Ausführungsform ist eine sechste Spannrolle mit einer sechsten Rollenachse vorgesehen. Insbesondere bevorzugt ist ein Antrieb für die sechste Spannrolle vorgesehen, mit dem ein Drehmoment um die sechste Rollenachse auf die sechste Spannrolle aufgebracht werden kann. In einer bevorzugten Ausführungsform kann der Antrieb für die sechste Spannrolle ein maximales Drehmoment erzeugen, das um mindestens das Doppelte größer ist als das maximale Drehmoment, das der Antrieb für die fünften Spannrolle erzeugen kann. Dies gilt insbesondere für die Anwendungsfälle, in denen in der Reihenfolge, in der das Band über die Spannrollen läuft, die sechste Spannrolle einer Reckzone, einem Biegegerüst oder einem Nachwalzgerüst näher ist, als die fünfte Spannrolle. In einer bevorzugten Ausführungsform kann der Antrieb für die sechste Spannrolle ein maximales Drehmoment erzeugen, das um mindestens um die Hälfte geringer ist als das maximale Drehmoment, das der Antrieb für die fünfte Spannrolle erzeugen kann. Dies gilt insbesondere für die Anwendungsfälle, in denen in der Reihenfolge, in der das Band über die Spannrollen läuft, die fünfte Spannrolle einer Reckzone, einem Biegegerüst oder einem Nachwalzgerüst näher ist, als die sechste Spannrolle.

[0044] In einer bevorzugten Ausführungsform kann der Antrieb für die zweite Spannrolle ein maximales Drehmoment T_2 um die zweite Rollenachse auf die zweite Spannrolle aufbringen und der Hilfsantrieb für die erste Spannrolle kann ein maximales Drehmoment T_1 um die erste Rollenachse auf die erste Spannrolle aufbringen kann, wobei T_1 gleich oder kleiner als die $7/8$ von T_2 ist, insbesondere bevorzugt gleich oder kleiner als $3/4$ von T_2 ist, ganz besonders bevorzugt gleich oder kleiner als die Hälfte von T_2 ist, ganz besonders bevorzugt gleich oder kleiner als $1/8$ von T_2 ist, ganz besonders bevorzugt gleich oder kleiner als $1/10$ von T_2 ist.

[0045] In einer bevorzugten Ausführungsform ist die zweite Spannrolle derart relativ zur ersten Spannrolle angeordnet, dass die Ebene, die senkrecht zur Horizontalen steht und die die zweite Rollenachse enthält, in Richtung einer Auflaufrichtung, in die das Band auf den erfindungsgemäßen Spannrollensatz auflaufen soll, gesehen vor der Ebene liegt, die

- senkrecht zu der Horizontalen steht,
- in Auflaufrichtung nach der ersten Rollenachse der ersten Spannrolle angeordnet ist und
- tangential zur Oberfläche der ersten Spannrolle verläuft.

[0046] In einer bevorzugten Ausführungsform ist die zweite Rollenachse in einer horizontalen Ebene angeordnet, die unterhalb einer horizontalen Ebene liegt, in der die erste Rollenachse angeordnet ist.

[0047] In einer bevorzugten Ausführungsform, die eine dritte Spannrolle enthält, sind die zweite Spannrolle und die dritte Spannrolle derart relativ zur ersten Spannrolle angeordnet, dass

- die Ebene, die senkrecht zur Horizontalen steht und die die zweite Rollenachse enthält, auf einer Seite einer Ebene liegt, die senkrecht zu der Horizontalen steht und tangential zur Oberfläche der ersten Spannrolle verläuft und
- die Ebene, die senkrecht zur Horizontalen steht und die die dritte Rollenachse enthält, auf der anderen Seite der Ebene liegt, die senkrecht zu der Horizontalen steht und tangential zur Oberfläche der ersten Spannrolle verläuft.

[0048] Bei dieser Ausführungsform ist insbesondere bevorzugt zusätzlich eine vierte Spannrolle vorgesehen, wobei die vierte Rollenachse insbesondere bevorzugt in Horizontalrichtung gesehen zwischen der ersten Rollenachse und der dritten Rollenachse angeordnet ist.

[0049] In einer bevorzugten Ausführungsform sind die erste Rollenachse und die zweite Rollenachse parallel zueinander ausgerichtet. In einer bevorzugten Ausführungsform sind alle Rollenachsen der Spannrollen des Spannrol-

lensatzes parallel zueinander ausgeführt. In einer bevorzugten Ausführungsform sind in eine Horizontalrichtung geschaut die zweite Rollenachse vor der ersten Rollenachse und die vierte Rollenachse nach der ersten Rollenachse und die dritte Rollenachse nach der vierten Rollenachse ausgeführt. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die fünfte Rollenachse nach der dritten Rollenachse angeordnet. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist eine sechste Rollenachse zwischen der fünften Rollenachse und der dritten Rollenachse angeordnet.

[0050] Bei der erfindungsgemäßen Richtanlage zum Richten eines Bandes ist ein vorderer Spannrollensatz und ein hinterer Spannrollensatz vorgesehen. Zwischen dem vorderen Spannrollensatz und dem hinteren Spannrollensatz kann eine Reckzone vorgesehen sein. Zwischen dem vorderen Spannrollensatz und dem hinteren Spannrollensatz kann ein Biegegerüst vorgesehen sein. Zwischen dem vorderen Spannrollensatz und dem hinteren Spannrollensatz können eine Reckzone und ein Biegegerüst vorgesehen sein.

[0051] Gemäß der Erfindung kann der vordere Spannrollensatz als erfindungsgemäßer Spannrollensatz ausgeführt sein oder der hintere Spannrollensatz als erfindungsgemäßer Spannrollensatz ausgeführt sein. Ebenso kann gemäß der Erfindung sowohl der vorderer Spannrollensatz als auch der hintere Spannrollensatz als erfindungsgemäßer Spannrollensatz ausgeführt sein.

[0052] In einer bevorzugten Ausführungsform ist vor dem vorderen Spannrollensatz und/oder nach dem vorderen Spannrollensatz und/oder vor dem hinteren Spannrollensatz und/oder nach dem hinteren Spannrollensatz eine weitere Planheitsmessrolle vorgesehen. In einer besonders bevorzugten Alternative ist vor dem vorderen Spannrollensatz und/oder nach dem vorderen Spannrollensatz und/oder vor dem hinteren Spannrollensatz und/oder nach dem hinteren Spannrollensatz keine weitere Planheitsmessrolle vorgesehen.

[0053] Ist die als Planheitsmessrolle ausgeführte erste Spannrolle die erste Spannrolle des hinteren Spannrollensatzes, auf die das Band aufläuft, wenn es die Reckzone bzw. das Biegegerüst verlässt, so kann die Planheit des Bandes unmittelbar nach dem Verlassen der Reckzone bzw. nach dem Verlassen des Biegegerüsts festgestellt werden. Ist die erfindungsgemäß als Planheitsmessrolle ausgeführte erste Spannrolle als letzte Spannrolle des vorderen Spannrollensatzes ausgeführt, über die das Band läuft, bevor es den vorderen Spannrollensatz verlässt, kann durch diese Anordnung die Planheit des Bandes unmittelbar vor dem Einlaufen des Bandes in Reckzone bzw. unmittelbar vor dem Einlaufen des Bandes in das Biegegerüst ermittelt werden.

[0054] Es sind jedoch auch Ausführungsformen denkbar, bei denen ein Interesse daran besteht, mit welcher Planheit das Band in die erfindungsgemäße Richtanlage einläuft bzw. mit welcher Planheit die erfindungsgemäße Richtanlage verlässt. Deshalb sind auch Ausführungsformen zweckmäßig, bei denen die als Planheitsmessrolle ausgeführte erste Spannrolle die erste Spannrolle des vorderen Spannrollensatzes ist, auf die das Band aufläuft, wenn sie in den vorderen Spannrollensatz einläuft. Bei einer solchen Ausführungsform kann mit der erfindungsgemäßen Planheitsmessrolle die Planheit des Bandes, wie es den Haspel verlässt, bestimmt werden. Ebenso kann eine Ausführung zweckmäßig sein, bei der die als Planheitsmessrolle ausgeführte erste Spannrolle die letzte Spannrolle des hinteren Spannrollensatzes ist, über die das Band läuft, bevor es den hinteren Spannrollensatz verlässt. Mit einer solchen Anordnung der Planheitsmessrolle kann die Planheit des Bandes bestimmt werden, bevor es auf den Haspel aufläuft.

[0055] Insbesondere bevorzugt wird die Erfindung gemäß einer der nachfolgend aufgelisteten Ausführungsformen ausgeführt:

Dabei bedeutet in der nachstehenden Tabelle:

Keine = Keine Planheitsmessrolle ist an diesem Ort vorgesehen

Eine = Eine Planheitsmessrolle ist an diesem Ort vorgesehen

(1) = eine erste Spannrolle dieses Spannrollensatzes ist als Planheitsmessrolle ausgeführt, die erste Spannrolle ist an einem beliebigen Platz im Spannrollensatz angeordnet

(2) = eine erste Spannrolle dieses Spannrollensatzes ist als Planheitsmessrolle ausgeführt, die erste Spannrolle ist die Spannrolle, auf die das Band als erstes aufläuft

(3) = eine erste Spannrolle dieses Spannrollensatzes ist als Planheitsmessrolle ausgeführt, die erste Spannrolle ist die letzte Spannrolle des Spannrollensatzes, von der das Band abläuft

(4) = der Spannrollensatz weist zwei als Planheitsmessrollen ausgeführte Spannrollen auf

Vor vorderem Spannrollensatz	Im vorderen Spannrollensatz	Nach vorderem Spannrollensatz, aber vor Reckzone, bzw. vor Biegegerüst	Vor hinterem Spannrollensatz, aber nach Reckzone, bzw. nach Biegegerüst	Im hinteren Spannrollensatz	Nach hinterem Spannrollensatz
Keine	Keine	Keine	Keine	(1)	Keine
Keine	Keine	Keine	Keine	(2)	Keine
Keine	Keine	Keine	Keine	(3)	Keine

EP 4 005 695 B1

(fortgesetzt)

	Vor vorderem Spannrollen satz	Im vorderen Spannrollen satz	Nach vorderem Spannrollen satz, aber vor Reckzone, bzw. vor Biegegerüst	Vor hinterem Spannrollen satz, aber nach Reckzone, bzw. nach Biegegerüst	Im hinteren Spannrollen satz	Nach hinterem Spannrollen satz
5	Keine	Keine	Keine	Keine	(4)	Keine
10	Keine	Keine	Keine	Eine	(1)	Keine
	Keine	Keine	Keine	Eine	(2)	Keine
	Keine	Keine	Keine	Eine	(3)	Keine
	Keine	Keine	Keine	Eine	(4)	Keine
15	Keine	Keine	Keine	Keine	(1)	Eine
	Keine	Keine	Keine	Keine	(2)	Eine
	Keine	Keine	Keine	Keine	(3)	Eine
	Keine	Keine	Keine	Keine	(4)	Eine
20	Keine	Keine	Keine	Eine	(1)	Eine
	Keine	Keine	Keine	Eine	(2)	Eine
	Keine	Keine	Keine	Eine	(3)	Eine
25	Keine	Keine	Keine	Eine	(4)	Eine
	Keine	(1)	Keine	Keine	(1)	Keine
	Keine	(1)	Keine	Keine	(2)	Keine
	Keine	(1)	Keine	Keine	(3)	Keine
30	Keine	(1)	Keine	Keine	(4)	Keine
	Keine	(1)	Keine	Eine	(1)	Keine
	Keine	(1)	Keine	Eine	(2)	Keine
35	Keine	(1)	Keine	Eine	(3)	Keine
	Keine	(1)	Keine	Eine	(4)	Keine
	Keine	(1)	Keine	Keine	(1)	Eine
	Keine	(1)	Keine	Keine	(2)	Eine
40	Keine	(1)	Keine	Keine	(3)	Eine
	Keine	(1)	Keine	Keine	(4)	Eine
	Keine	(1)	Keine	Eine	(1)	Eine
45	Keine	(1)	Keine	Eine	(2)	Eine
	Keine	(1)	Keine	Eine	(3)	Eine
	Keine	(1)	Keine	Eine	(4)	Eine
	Keine	(2)	Keine	Keine	(1)	Keine
50	Keine	(2)	Keine	Keine	(2)	Keine
	Keine	(2)	Keine	Keine	(3)	Keine
	Keine	(2)	Keine	Keine	(4)	Keine
55	Keine	(2)	Keine	Eine	(1)	Keine
	Keine	(2)	Keine	Eine	(2)	Keine
	Keine	(2)	Keine	Eine	(3)	Keine

EP 4 005 695 B1

(fortgesetzt)

	Vor vorderem Spannrollen satz	Im vorderen Spannrollen satz	Nach vorderem Spannrollen satz, aber vor Reckzone, bzw. vor Biegegerüst	Vor hinterem Spannrollen satz, aber nach Reckzone, bzw. nach Biegegerüst	Im hinteren Spannrollen satz	Nach hinterem Spannrollen satz
5	Keine	(2)	Keine	Eine	(4)	Keine
10	Keine	(2)	Keine	Keine	(1)	Eine
	Keine	(2)	Keine	Keine	(2)	Eine
	Keine	(2)	Keine	Keine	(3)	Eine
	Keine	(2)	Keine	Keine	(4)	Eine
15	Keine	(2)	Keine	Eine	(1)	Eine
	Keine	(2)	Keine	Eine	(2)	Eine
	Keine	(2)	Keine	Eine	(3)	Eine
20	Keine	(2)	Keine	Eine	(4)	Eine
	Keine	(3)	Keine	Keine	(1)	Keine
	Keine	(3)	Keine	Keine	(2)	Keine
	Keine	(3)	Keine	Keine	(3)	Keine
25	Keine	(3)	Keine	Keine	(4)	Keine
	Keine	(3)	Keine	Eine	(1)	Keine
	Keine	(3)	Keine	Eine	(2)	Keine
	Keine	(3)	Keine	Eine	(3)	Keine
30	Keine	(3)	Keine	Eine	(4)	Keine
	Keine	(3)	Keine	Keine	(1)	Eine
	Keine	(3)	Keine	Keine	(2)	Eine
35	Keine	(3)	Keine	Keine	(3)	Eine
	Keine	(3)	Keine	Keine	(4)	Eine
	Keine	(3)	Keine	Eine	(1)	Eine
	Keine	(3)	Keine	Eine	(2)	Eine
40	Keine	(3)	Keine	Eine	(3)	Eine
	Keine	(3)	Keine	Eine	(4)	Eine
	Keine	(4)	Keine	Keine	(1)	Keine
45	Keine	(4)	Keine	Keine	(2)	Keine
	Keine	(4)	Keine	Keine	(3)	Keine
	Keine	(4)	Keine	Keine	(4)	Keine
	Keine	(4)	Keine	Eine	(1)	Keine
50	Keine	(4)	Keine	Eine	(2)	Keine
	Keine	(4)	Keine	Eine	(3)	Keine
	Keine	(4)	Keine	Eine	(4)	Keine
55	Keine	(4)	Keine	Keine	(1)	Eine
	Keine	(4)	Keine	Keine	(2)	Eine
	Keine	(4)	Keine	Keine	(3)	Eine

EP 4 005 695 B1

(fortgesetzt)

	Vor vorderem Spannrollen satz	Im vorderen Spannrollen satz	Nach vorderem Spannrollen satz, aber vor Reckzone, bzw. vor Biegegerüst	Vor hinterem Spannrollen satz, aber nach Reckzone, bzw. nach Biegegerüst	Im hinteren Spannrollen satz	Nach hinterem Spannrollen satz
5	Keine	(4)	Keine	Keine	(4)	Eine
10	Keine	(4)	Keine	Eine	(1)	Eine
	Keine	(4)	Keine	Eine	(2)	Eine
	Keine	(4)	Keine	Eine	(3)	Eine
	Keine	(4)	Keine	Eine	(4)	Eine
15	Eine	Keine	Keine	Keine	(1)	Keine
	Eine	Keine	Keine	Keine	(2)	Keine
	Eine	Keine	Keine	Keine	(3)	Keine
20	Eine	Keine	Keine	Keine	(4)	Keine
	Eine	Keine	Keine	Eine	(1)	Keine
	Eine	Keine	Keine	Eine	(2)	Keine
	Eine	Keine	Keine	Eine	(3)	Keine
25	Eine	Keine	Keine	Eine	(4)	Keine
	Eine	Keine	Keine	Keine	(1)	Eine
	Eine	Keine	Keine	Keine	(2)	Eine
	Eine	Keine	Keine	Keine	(3)	Eine
30	Eine	Keine	Keine	Keine	(4)	Eine
	Eine	Keine	Keine	Eine	(1)	Eine
	Eine	Keine	Keine	Eine	(2)	Eine
	Eine	Keine	Keine	Eine	(3)	Eine
35	Eine	Keine	Keine	Eine	(4)	Eine
	Eine	(1)	Keine	Keine	(1)	Keine
	Eine	(1)	Keine	Keine	(2)	Keine
40	Eine	(1)	Keine	Keine	(3)	Keine
	Eine	(1)	Keine	Keine	(4)	Keine
	Eine	(1)	Keine	Eine	(1)	Keine
45	Eine	(1)	Keine	Eine	(2)	Keine
	Eine	(1)	Keine	Eine	(3)	Keine
	Eine	(1)	Keine	Eine	(4)	Keine
	Eine	(1)	Keine	Keine	(1)	Eine
50	Eine	(1)	Keine	Keine	(2)	Eine
	Eine	(1)	Keine	Keine	(3)	Eine
	Eine	(1)	Keine	Keine	(4)	Eine
55	Eine	(1)	Keine	Eine	(1)	Eine
	Eine	(1)	Keine	Eine	(2)	Eine
	Eine	(1)	Keine	Eine	(3)	Eine

EP 4 005 695 B1

(fortgesetzt)

	Vor vorderem Spannrollen satz	Im vorderen Spannrollen satz	Nach vorderem Spannrollen satz, aber vor Reckzone, bzw. vor Biegegerüst	Vor hinterem Spannrollen satz, aber nach Reckzone, bzw. nach Biegegerüst	Im hinteren Spannrollen satz	Nach hinterem Spannrollen satz
5	Eine	(1)	Keine	Eine	(4)	Eine
10	Eine	(2)	Keine	Keine	(1)	Keine
	Eine	(2)	Keine	Keine	(2)	Keine
	Eine	(2)	Keine	Keine	(3)	Keine
	Eine	(2)	Keine	Keine	(4)	Keine
15	Eine	(2)	Keine	Eine	(1)	Keine
	Eine	(2)	Keine	Eine	(2)	Keine
	Eine	(2)	Keine	Eine	(3)	Keine
20	Eine	(2)	Keine	Eine	(4)	Keine
	Eine	(2)	Keine	Keine	(1)	Eine
	Eine	(2)	Keine	Keine	(2)	Eine
	Eine	(2)	Keine	Keine	(3)	Eine
25	Eine	(2)	Keine	Keine	(4)	Eine
	Eine	(2)	Keine	Eine	(1)	Eine
	Eine	(2)	Keine	Eine	(2)	Eine
	Eine	(2)	Keine	Eine	(3)	Eine
30	Eine	(2)	Keine	Eine	(4)	Eine
	Eine	(3)	Keine	Keine	(1)	Keine
	Eine	(3)	Keine	Keine	(2)	Keine
35	Eine	(3)	Keine	Keine	(3)	Keine
	Eine	(3)	Keine	Keine	(4)	Keine
	Eine	(3)	Keine	Eine	(1)	Keine
	Eine	(3)	Keine	Eine	(2)	Keine
40	Eine	(3)	Keine	Eine	(3)	Keine
	Eine	(3)	Keine	Eine	(4)	Keine
	Eine	(3)	Keine	Keine	(1)	Eine
45	Eine	(3)	Keine	Keine	(2)	Eine
	Eine	(3)	Keine	Keine	(3)	Eine
	Eine	(3)	Keine	Keine	(4)	Eine
	Eine	(3)	Keine	Eine	(1)	Eine
50	Eine	(3)	Keine	Eine	(2)	Eine
	Eine	(3)	Keine	Eine	(3)	Eine
	Eine	(3)	Keine	Eine	(4)	Eine
55	Eine	(4)	Keine	Keine	(1)	Keine
	Eine	(4)	Keine	Keine	(2)	Keine
	Eine	(4)	Keine	Keine	(3)	Keine

EP 4 005 695 B1

(fortgesetzt)

	Vor vorderem Spannrollen satz	Im vorderen Spannrollen satz	Nach vorderem Spannrollen satz, aber vor Reckzone, bzw. vor Biegegerüst	Vor hinterem Spannrollen satz, aber nach Reckzone, bzw. nach Biegegerüst	Im hinteren Spannrollen satz	Nach hinterem Spannrollen satz
5	Eine	(4)	Keine	Keine	(4)	Keine
10	Eine	(4)	Keine	Eine	(1)	Keine
	Eine	(4)	Keine	Eine	(2)	Keine
	Eine	(4)	Keine	Eine	(3)	Keine
	Eine	(4)	Keine	Eine	(4)	Keine
15	Eine	(4)	Keine	Keine	(1)	Eine
	Eine	(4)	Keine	Keine	(2)	Eine
	Eine	(4)	Keine	Keine	(3)	Eine
20	Eine	(4)	Keine	Keine	(4)	Eine
	Eine	(4)	Keine	Eine	(1)	Eine
	Eine	(4)	Keine	Eine	(2)	Eine
	Eine	(4)	Keine	Eine	(3)	Eine
25	Eine	(4)	Keine	Eine	(4)	Eine
	Keine	Keine	Eine	Keine	(1)	Keine
	Keine	Keine	Eine	Keine	(2)	Keine
	Keine	Keine	Eine	Keine	(3)	Keine
30	Keine	Keine	Eine	Keine	(4)	Keine
	Keine	Keine	Eine	Eine	(1)	Keine
	Keine	Keine	Eine	Eine	(2)	Keine
35	Keine	Keine	Eine	Eine	(3)	Keine
	Keine	Keine	Eine	Eine	(4)	Keine
	Keine	Keine	Eine	Keine	(1)	Eine
	Keine	Keine	Eine	Keine	(2)	Eine
40	Keine	Keine	Eine	Keine	(3)	Eine
	Keine	Keine	Eine	Keine	(4)	Eine
	Keine	Keine	Eine	Eine	(1)	Eine
45	Keine	Keine	Eine	Eine	(2)	Eine
	Keine	Keine	Eine	Eine	(3)	Eine
	Keine	Keine	Eine	Eine	(4)	Eine
	Keine	(1)	Eine	Keine	(1)	Keine
50	Keine	(1)	Eine	Keine	(2)	Keine
	Keine	(1)	Eine	Keine	(3)	Keine
	Keine	(1)	Eine	Keine	(4)	Keine
55	Keine	(1)	Eine	Eine	(1)	Keine
	Keine	(1)	Eine	Eine	(2)	Keine
	Keine	(1)	Eine	Eine	(3)	Keine

EP 4 005 695 B1

(fortgesetzt)

	Vor vorderem Spannrollen satz	Im vorderen Spannrollen satz	Nach vorderem Spannrollen satz, aber vor Reckzone, bzw. vor Biegegerüst	Vor hinterem Spannrollen satz, aber nach Reckzone, bzw. nach Biegegerüst	Im hinteren Spannrollen satz	Nach hinterem Spannrollen satz
5	Keine	(1)	Eine	Eine	(4)	Keine
10	Keine	(1)	Eine	Keine	(1)	Eine
	Keine	(1)	Eine	Keine	(2)	Eine
	Keine	(1)	Eine	Keine	(3)	Eine
	Keine	(1)	Eine	Keine	(4)	Eine
15	Keine	(1)	Eine	Eine	(1)	Eine
	Keine	(1)	Eine	Eine	(2)	Eine
	Keine	(1)	Eine	Eine	(3)	Eine
20	Keine	(1)	Eine	Eine	(4)	Eine
	Keine	(2)	Eine	Keine	(1)	Keine
	Keine	(2)	Eine	Keine	(2)	Keine
	Keine	(2)	Eine	Keine	(3)	Keine
25	Keine	(2)	Eine	Keine	(4)	Keine
	Keine	(2)	Eine	Eine	(1)	Keine
	Keine	(2)	Eine	Eine	(2)	Keine
	Keine	(2)	Eine	Eine	(3)	Keine
30	Keine	(2)	Eine	Eine	(4)	Keine
	Keine	(2)	Eine	Keine	(1)	Eine
	Keine	(2)	Eine	Keine	(2)	Eine
35	Keine	(2)	Eine	Keine	(3)	Eine
	Keine	(2)	Eine	Keine	(4)	Eine
	Keine	(2)	Eine	Eine	(1)	Eine
	Keine	(2)	Eine	Eine	(2)	Eine
40	Keine	(2)	Eine	Eine	(3)	Eine
	Keine	(2)	Eine	Eine	(4)	Eine
	Keine	(3)	Eine	Keine	(1)	Keine
45	Keine	(3)	Eine	Keine	(2)	Keine
	Keine	(3)	Eine	Keine	(3)	Keine
	Keine	(3)	Eine	Keine	(4)	Keine
	Keine	(3)	Eine	Eine	(1)	Keine
50	Keine	(3)	Eine	Eine	(2)	Keine
	Keine	(3)	Eine	Eine	(3)	Keine
	Keine	(3)	Eine	Eine	(4)	Keine
55	Keine	(3)	Eine	Keine	(1)	Eine
	Keine	(3)	Eine	Keine	(2)	Eine
	Keine	(3)	Eine	Keine	(3)	Eine

EP 4 005 695 B1

(fortgesetzt)

	Vor vorderem Spannrollen satz	Im vorderen Spannrollen satz	Nach vorderem Spannrollen satz, aber vor Reckzone, bzw. vor Biegegerüst	Vor hinterem Spannrollen satz, aber nach Reckzone, bzw. nach Biegegerüst	Im hinteren Spannrollen satz	Nach hinterem Spannrollen satz
5	Keine	(3)	Eine	Keine	(4)	Eine
10	Keine	(3)	Eine	Eine	(1)	Eine
	Keine	(3)	Eine	Eine	(2)	Eine
	Keine	(3)	Eine	Eine	(3)	Eine
	Keine	(3)	Eine	Eine	(4)	Eine
15	Keine	(4)	Eine	Keine	(1)	Keine
	Keine	(4)	Eine	Keine	(2)	Keine
	Keine	(4)	Eine	Keine	(3)	Keine
20	Keine	(4)	Eine	Keine	(4)	Keine
	Keine	(4)	Eine	Eine	(1)	Keine
	Keine	(4)	Eine	Eine	(2)	Keine
	Keine	(4)	Eine	Eine	(3)	Keine
25	Keine	(4)	Eine	Eine	(4)	Keine
	Keine	(4)	Eine	Keine	(1)	Eine
	Keine	(4)	Eine	Keine	(2)	Eine
	Keine	(4)	Eine	Keine	(3)	Eine
30	Keine	(4)	Eine	Keine	(4)	Eine
	Keine	(4)	Eine	Eine	(1)	Eine
	Keine	(4)	Eine	Eine	(2)	Eine
35	Keine	(4)	Eine	Eine	(3)	Eine
	Keine	(4)	Eine	Eine	(4)	Eine
	Eine	Keine	Eine	Keine	(1)	Keine
	Eine	Keine	Eine	Keine	(2)	Keine
40	Eine	Keine	Eine	Keine	(3)	Keine
	Eine	Keine	Eine	Keine	(4)	Keine
	Eine	Keine	Eine	Eine	(1)	Keine
45	Eine	Keine	Eine	Eine	(2)	Keine
	Eine	Keine	Eine	Eine	(3)	Keine
	Eine	Keine	Eine	Eine	(4)	Keine
	Eine	Keine	Eine	Keine	(1)	Eine
50	Eine	Keine	Eine	Keine	(2)	Eine
	Eine	Keine	Eine	Keine	(3)	Eine
	Eine	Keine	Eine	Keine	(4)	Eine
55	Eine	Keine	Eine	Eine	(1)	Eine
	Eine	Keine	Eine	Eine	(2)	Eine
	Eine	Keine	Eine	Eine	(3)	Eine

EP 4 005 695 B1

(fortgesetzt)

	Vor vorderem Spannrollen satz	Im vorderen Spannrollen satz	Nach vorderem Spannrollen satz, aber vor Reckzone, bzw. vor Biegegerüst	Vor hinterem Spannrollen satz, aber nach Reckzone, bzw. nach Biegegerüst	Im hinteren Spannrollen satz	Nach hinterem Spannrollen satz
5	Eine	Keine	Eine	Eine	(4)	Eine
10	Eine	(1)	Eine	Keine	(1)	Keine
	Eine	(1)	Eine	Keine	(2)	Keine
	Eine	(1)	Eine	Keine	(3)	Keine
	Eine	(1)	Eine	Keine	(4)	Keine
15	Eine	(1)	Eine	Eine	(1)	Keine
	Eine	(1)	Eine	Eine	(2)	Keine
	Eine	(1)	Eine	Eine	(3)	Keine
20	Eine	(1)	Eine	Eine	(4)	Keine
	Eine	(1)	Eine	Keine	(1)	Eine
	Eine	(1)	Eine	Keine	(2)	Eine
	Eine	(1)	Eine	Keine	(3)	Eine
25	Eine	(1)	Eine	Keine	(4)	Eine
	Eine	(1)	Eine	Eine	(1)	Eine
	Eine	(1)	Eine	Eine	(2)	Eine
	Eine	(1)	Eine	Eine	(3)	Eine
30	Eine	(1)	Eine	Eine	(4)	Eine
	Eine	(2)	Eine	Keine	(1)	Keine
	Eine	(2)	Eine	Keine	(2)	Keine
35	Eine	(2)	Eine	Keine	(3)	Keine
	Eine	(2)	Eine	Keine	(4)	Keine
	Eine	(2)	Eine	Eine	(1)	Keine
	Eine	(2)	Eine	Eine	(2)	Keine
40	Eine	(2)	Eine	Eine	(3)	Keine
	Eine	(2)	Eine	Eine	(4)	Keine
	Eine	(2)	Eine	Keine	(1)	Eine
45	Eine	(2)	Eine	Keine	(2)	Eine
	Eine	(2)	Eine	Keine	(3)	Eine
	Eine	(2)	Eine	Keine	(4)	Eine
	Eine	(2)	Eine	Eine	(1)	Eine
50	Eine	(2)	Eine	Eine	(2)	Eine
	Eine	(2)	Eine	Eine	(3)	Eine
	Eine	(2)	Eine	Eine	(4)	Eine
55	Eine	(3)	Eine	Keine	(1)	Keine
	Eine	(3)	Eine	Keine	(2)	Keine
	Eine	(3)	Eine	Keine	(3)	Keine

EP 4 005 695 B1

(fortgesetzt)

	Vor vorderem Spannrollen satz	Im vorderen Spannrollen satz	Nach vorderem Spannrollen satz, aber vor Reckzone, bzw. vor Biegegerüst	Vor hinterem Spannrollen satz, aber nach Reckzone, bzw. nach Biegegerüst	Im hinteren Spannrollen satz	Nach hinterem Spannrollen satz
5	Eine	(3)	Eine	Keine	(4)	Keine
10	Eine	(3)	Eine	Eine	(1)	Keine
	Eine	(3)	Eine	Eine	(2)	Keine
	Eine	(3)	Eine	Eine	(3)	Keine
	Eine	(3)	Eine	Eine	(4)	Keine
15	Eine	(3)	Eine	Keine	(1)	Eine
	Eine	(3)	Eine	Keine	(2)	Eine
	Eine	(3)	Eine	Keine	(3)	Eine
	Eine	(3)	Eine	Keine	(4)	Eine
20	Eine	(3)	Eine	Eine	(1)	Eine
	Eine	(3)	Eine	Eine	(2)	Eine
	Eine	(3)	Eine	Eine	(3)	Eine
25	Eine	(3)	Eine	Eine	(4)	Eine
	Eine	(4)	Eine	Keine	(1)	Keine
	Eine	(4)	Eine	Keine	(2)	Keine
	Eine	(4)	Eine	Keine	(3)	Keine
30	Eine	(4)	Eine	Keine	(4)	Keine
	Eine	(4)	Eine	Eine	(1)	Keine
	Eine	(4)	Eine	Eine	(2)	Keine
35	Eine	(4)	Eine	Eine	(3)	Keine
	Eine	(4)	Eine	Eine	(4)	Keine
	Eine	(4)	Eine	Keine	(1)	Eine
	Eine	(4)	Eine	Keine	(2)	Eine
40	Eine	(4)	Eine	Keine	(3)	Eine
	Eine	(4)	Eine	Keine	(4)	Eine
	Eine	(4)	Eine	Eine	(1)	Eine
45	Eine	(4)	Eine	Eine	(2)	Eine
	Eine	(4)	Eine	Eine	(3)	Eine
	Eine	(4)	Eine	Eine	(4)	Eine

50 **[0056]** Die Kombination einer im Spannrollensatz vorgesehenen Planheitsmessrolle mit einer dem Spannrollensatz vor- und/oder nachgelagerten Planheitsmessrolle hat zwar den Nachteil, dass für eine solche Ausführungsform mehr Bauraum benötigt wird; das Vorsehen einer separaten, zusätzlich zu der im Spannrollensatz vorgesehenen Spannrolle kann jedoch den Vorteil bieten, die Planheitsmessrolle im Spannrollensatz kalibrieren zu können.

55 **[0057]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist ein Band über die erste Spannrolle und über die zweite Spannrolle geführt, wobei

- das Band die erste Spannrolle mit einem Umschlingungswinkel von mindestens 90°, insbesondere bevorzugt mindestens 125°, insbesondere bevorzugt mindestens 130°, insbesondere bevorzugt mindestens 145°, insbeson-

dere bevorzugt mindestens 180° umschlingt;

- und/oder das Band die zweite Spannrolle mit einem Umschlingungswinkel von mindestens 90°, insbesondere bevorzugt mindestens 125°, insbesondere bevorzugt mindestens 130°, insbesondere bevorzugt mindestens 145°, insbesondere bevorzugt mindestens 180° umschlingt.

[0058] In einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Richtanlage sind im vorderen Spannrollensatz genauso viele angetriebene Spannrollen vorgesehen, wie im hinteren Spannrollensatz. In einer bevorzugten Ausführungsform weisen der vordere und der hintere Spannrollensatz die gleiche Anzahl von Spannrollen auf, wobei die als Planheitsmessrolle ausgeführte erste Spannrolle antriebslos ausgeführt und entweder im vorderen oder im hinteren Spannrollensatz angeordnet ist, wobei der andere Spannrollensatz keine Planheitsmessrolle aber anstatt der Planheitsmessrolle eine Schlepprolle aufweist, und die übrigen Spannrollen des jeweiligen Spannrollensatzes angetrieben sind, so dass im vorderen Spannrollensatz genauso viele angetriebene Spannrollen vorgesehen, wie im hinteren Spannrollensatz.

[0059] In einer bevorzugten Ausführungsform ist der hintere Spannrollensatz der Richtanlage ein erfindungsgemäßer Spannrollensatz, wobei die erste Spannrolle die Spannrolle des Spannrollensatzes ist, auf die das Band nach verlassen der Reckzone und/oder des Biegegerüst aufläuft. Ergänzend oder alternativ ist der vordere Spannrollensatz der Richtanlage ein erfindungsgemäßer Spannrollensatz, wobei die erste Spannrolle die Spannrolle des Spannrollensatzes ist, von der das Band in die Reckzone und/oder das Biegegerüst einläuft. Alternativ ist in einer weiter bevorzugten Ausführungsform der vordere Spannrollensatz der Richtanlage ein erfindungsgemäßer Spannrollensatz, wobei die erste Spannrolle die Spannrolle des Spannrollensatzes ist, auf die das Band von einem Abwickelhaspel aufläuft.

[0060] Mit der erfindungsgemäßen Richtanlage ist es möglich, die Planheitsmessung in möglichst geringem Abstand hinter der Reckzone bzw. Biegegerüst zu führen. Dadurch wird die Totstrecke minimiert. Die Erfindung ermöglicht es, die Planheitsmessrolle im Hochzugbereich ohne Störeinflüsse durch den Rollenantrieb zu ermöglichen. Die Planheitsmessung kann in der Richtanlage im Zugbereich mit nur einer Messrolle getätigt werden. Die erfindungsgemäße Richtanlage erlaubt es, Planheitsmessrolle durchmesser mit der gleichen Größe auszuführen, wie die übrigen Spannrollen des Spannrollensatzes. Dadurch können Biegespannungen bei der Umlenkung des Bandes um den Rollenkörper minimiert werden.

[0061] Der erfindungsgemäße Spannrollensatz kann auch in einer Nachwalzgerüstanlage zum Nachwalzen eines Bandes eingesetzt werden. Die Nachwalzgerüstanlage weist

- a. einen vorderen Spannrollensatz,
- b. einen hinteren Spannrollensatz,
- c. ein zwischen dem vorderen Spannrollensatz und dem hinteren Spannrollensatz vorgesehenen Nachwalzgerüst auf,

wobei

- der vordere Spannrollensatz als erfindungsgemäßer Spannrollensatz ausgeführt ist und/oder
- der hintere Spannrollensatz als erfindungsgemäßer Spannrollensatz ausgeführt ist.

[0062] Die vorstehende Offenbarung für Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Richtanlage soll auch als Offenbarung für Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Nachsalzgerüstanlage dienen, wobei die Offenbarung zur Nachwalzgerüstanlage dadurch gebildet wird, dass der Begriff "Richtanlage" durch "Nachwalzgerüstanlage" und der Begriff "Reckzone" durch Walzgerüst und der Begriff "Biegegerüst" durch Walzgerüst ersetzt wird.

[0063] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Betreiben einer erfindungsgemäßen Richtanlage, die ein Biegegerüst mit einer anstellbaren Biegewalze und eine Steuereinrichtung aufweist, sieht vor, dass die Steuereinrichtung aufgrund von Messergebnissen des Kraftsensors Steuereingriffe an mindestens einem Aktuator der Richtanlage beispielsweise der anstellbaren Biegewalze oder den Spannrollensätzen vornimmt.

[0064] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Betreiben einer erfindungsgemäßen Nachwalzgerüstanlage, die eine anstellbaren Walze und eine Steuereinrichtung aufweist, sieht vor, dass die Steuereinrichtung aufgrund von Messergebnissen des Kraftsensors Steuereingriffe an mindestens einem Aktuator der Nachwalzgerüstanlage beispielsweise der anstellbaren Walze oder den Spannrollensätzen vornimmt.

[0065] Ein ergänzendes oder alternatives Verfahren zum Betreiben einer erfindungsgemäßen Richtanlage oder einer erfindungsgemäßen Nachwalzgerüstanlage, die so ausgeführt ist, dass ein Hilfsantrieb für die erste Spannrolle vorgesehen ist, mit dem ein Drehmoment um die erste Rollachse auf die erste Spannrolle aufgebracht werden kann, wobei der Hilfsantrieb für die erste Spannrolle schwächer ausgeführt ist, als der Antrieb für die zweite Spannrolle, sieht vor, dass nach einer Anlaufphase und/oder nach Aufbau des Bandzugs der Hilfsantrieb für die erste Spannrolle abgeschaltet wird oder auf ein Antriebsmoment von 0 Nm geregelt wird.

[0066] Die Anlaufphase beinhaltet insbesondere das Einfädeln des Bands und das Beschleunigen der Anlage bis zur Betriebsgeschwindigkeit.

[0067] Mit dem erfindungsgemäßen Spannrollensatz kann das Verfahren gemäß DE 10 2019 006 788 durchgeführt werden.

5 **[0068]** Die Erfindung findet insbesondere bevorzugt beim Richten und/oder Nachwalzen von Bandmaterial, bevorzugt von Metallbändern oder von Blechen Anwendung.

[0069] Nachstehend wird die Erfindung anhand einer lediglich Ausführungsformen der Erfindung näher darstellenden Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigen:

10 Fig. 1 eine schematische Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Richtanlage;

Fig. 2 eine schematische Seitenansicht einer weiteren erfindungsgemäßen Richtanlage und

Fig. 3 eine schematische Darstellung der auf eine Messrolle wirkenden Kräfte.

15 **[0070]** Die in Fig. 1 gezeigte Richtanlage 1 zum Richten eines Bandes 2 weist einen vorderen Spannrollensatz 3 und einen hinteren Spannrollensatz 4 auf. Zwischen dem vorderen Spannrollensatz 3 und dem hinteren Spannrollensatz 4 ist ein Biegegerüst 5 vorgesehen. Vor dem vorderen Spannrollensatz 3 ist ein Haspel 6 vorgesehen. Hinter dem hinteren Spannrollensatz 4 ist ein Haspel 7 vorgesehen.

20 **[0071]** Das Band 2 wird vom Haspel 6 abgehaspelt, durchläuft den vorderen Spannrollensatz 3, durchläuft das Biegegerüst 5, durchläuft den hinteren Spannrollensatz 4 und wird vom Haspel 7 aufgehaspelt. Im vorderen Spannrollensatz 3 wird der auf das Band 2 wirkende Bandzug erhöht, während im hinteren Spannrollensatz 4 der auf das Band 2 wirkende Bandzug reduziert wird, so dass der auf das Band 2 wirkende Bandzug im Bereich des Biegegerüsts 5 höher ist, als vor dem vorderen Spannrollensatz 3 und nach dem hinteren Spannrollensatz 4.

25 **[0072]** Der hintere Spannrollensatz 4 weist

- eine erste Spannrolle 8 mit einer ersten Rollenachse,
- eine zweite Spannrolle 9 mit einer zweiten Rollenachse,
- eine dritte Spannrolle 10 mit einer dritten Rollenachse,
- 30 • eine vierte Spannrolle 11 mit einer vierten Rollenachse,

auf, wobei die erste Spannrolle 8 eine Planheitsmessrolle ist, die einen Kraftsensor zum Messen einer auf die Umfangsfläche der Planheitsmessrolle ausgeübten Radialkraft (FR,1) aufweist.

35 **[0073]** Ein (nicht näher dargestellter) Antrieb für die zweite Spannrolle 9 ist vorgesehen, mit dem ein Drehmoment um die zweite Rollenachse auf die zweite Spannrolle 9 aufgebracht werden kann. Ferner ist ein (ebenfalls nicht näher dargestellter) Antrieb für die dritte Spannrolle 10 vorgesehen, mit dem ein Drehmoment um die dritte Rollenachse auf die dritte Spannrolle 10 aufgebracht werden kann. Ferner ist ein (ebenfalls nicht näher dargestellter) Antrieb für die vierte Spannrolle 11 vorgesehen, mit dem ein Drehmoment um die vierte Rollenachse auf die vierte Spannrolle 11 aufgebracht werden kann.

40 **[0074]** Die erste Spannrolle 8 ist antriebslos ausgeführt.

[0075] Der vordere Spannrollensatz 3 weist

- eine erste Spannrolle 14 mit einer ersten Rollenachse,
- eine zweite Spannrolle 15 mit einer zweiten Rollenachse,
- 45 • eine dritte Spannrolle 16 mit einer dritten Rollenachse,
- eine vierte Spannrolle 17 mit einer vierten Rollenachse,

auf. Ein (nicht näher dargestellter) Antrieb für die zweite Spannrolle 15 ist vorgesehen, mit dem ein Drehmoment um die zweite Rollenachse auf die zweite Spannrolle 15 aufgebracht werden kann. Ferner ist ein (ebenfalls nicht näher dargestellt) Antrieb für die dritte Spannrolle 16 vorgesehen, mit dem ein Drehmoment um die dritte Rollenachse auf die dritte Spannrolle 16 aufgebracht werden kann. Ferner ist ein (ebenfalls nicht näher dargestellt) Antrieb für die vierte Spannrolle 17 vorgesehen, mit dem ein Drehmoment um die vierte Rollenachse auf die vierte Spannrolle 17 aufgebracht werden kann.

50 **[0076]** Die erste Spannrolle 14 ist antriebslos ausgeführt.

55 **[0077]** Die in Fig. 2 dargestellte Richtanlage 1 unterscheidet sich von der in Fig. 1 dargestellten Richtanlage 1 durch den Aufbau des hinteren Spannrollensatzes 4 und den Aufbau des vorderen Spannrollensatzes 3. Dieser weist neben der ersten Spannrolle 8, der zweiten Spannrolle 9, der dritten Spannrolle 10 und der vierten Spannrolle 11 eine fünfte Spannrolle 12 und eine sechste Spannrolle 13 auf.

[0078] Ein (nicht näher dargestellter) Antrieb für die zweite Spannrolle 9 ist vorgesehen, mit dem ein Drehmoment um die zweite Rollenachse auf die zweite Spannrolle 9 aufgebracht werden kann. Ferner ist ein (ebenfalls nicht näher dargestellter) Antrieb für die dritte Spannrolle 10 vorgesehen, mit dem ein Drehmoment um die dritte Rollenachse auf die dritte Spannrolle 10 aufgebracht werden kann. Ferner ist ein (ebenfalls nicht näher dargestellter) Antrieb für die vierte Spannrolle 11 vorgesehen, mit dem ein Drehmoment um die vierte Rollenachse auf die vierte Spannrolle 11 aufgebracht werden kann. Ferner ist ein (ebenfalls nicht näher dargestellter) Antrieb für die fünfte Spannrolle 12 vorgesehen, mit dem ein Drehmoment um die fünfte Rollenachse auf die fünfte Spannrolle 12 aufgebracht werden kann.

[0079] Die erste Spannrolle 8 und die sechste Spannrolle 13 sind antriebslos ausgeführt.

[0080] Der vordere Spannrollensatz 3 bei der Ausführungsform der Fig. 2 weist

- eine erste Spannrolle 14 mit einer ersten Rollenachse,
- eine zweite Spannrolle 15 mit einer zweiten Rollenachse,
- eine dritte Spannrolle 16 mit einer dritten Rollenachse,
- eine vierte Spannrolle 17 mit einer vierten Rollenachse,

auf. Ein (nicht näher dargestellter) Antrieb für die zweite Spannrolle 15 ist vorgesehen, mit dem ein Drehmoment um die zweite Rollenachse auf die zweite Spannrolle 15 aufgebracht werden kann. Ferner ist ein (ebenfalls nicht näher dargestellter) Antrieb für die dritte Spannrolle 16 vorgesehen, mit dem ein Drehmoment um die dritte Rollenachse auf die dritte Spannrolle 16 aufgebracht werden kann. Ferner ist ein (ebenfalls nicht näher dargestellter) Antrieb für die vierte Spannrolle 17 vorgesehen, mit dem ein Drehmoment um die vierte Rollenachse auf die vierte Spannrolle 17 aufgebracht werden kann. Ferner ist ein (ebenfalls nicht näher dargestellter) Antrieb für die erste Spannrolle 14 vorgesehen, mit dem ein Drehmoment um die erste Rollenachse auf die erste Spannrolle 14 aufgebracht werden kann.

[0081] Fig. 3 zeigt die durch ein die Messrolle teilweise umschlingendes, unter Bandzug stehendes Metallband auf die Messrolle aufgetragenen Kräfte. Die an den in Ausnehmungen in der Messrolle angeordneten Quarz-Kraftsensoren erzeugen elektrische Ladung. Diese ist direkt proportional der auf den Quarz aufgetragenen Kraft.

[0082] Die üblicherweise in I-Units gemessene Bandlängenabweichung, die üblicherweise als ein Repräsentant für die Planheit des Bandes verwendet wird, lässt sich aufgrund der folgenden Beziehungen berechnen:

Örtliche Zugspannung in Bandabschnitt i

$$\sigma_{Z,i} = F_{R,i} \times r_{\text{Roll}} / (A_{\text{Sensor}} \times d)$$

mit

$F_{R,i}$ = Örtliche Radialkraft in N (Sensorkraft)

r_{Roll} = Radius der Messrolle

A_{Sensor} = Fläche des Sensors bzw. des Deckels auf dem Sensor, der mit dem Band in Kontakt ist.

d = Banddicke

[0083] Zugspannungsabweichung des Bandabschnitts von Bandabschnitt mit maximaler zugspannung:

$$\Delta \sigma_{Z,i} = \sigma_{Z,i} - \sigma_{Z,\text{max}}$$

mit

$\sigma_{Z,\text{max}}$ = Maximum aller örtlicher Zugspannungen

[0084] Örtliche Bandlängenabweichung (Planheit):

$$\Delta L/L_i = -\Delta \sigma_{Z,i} / E$$

mit

E = E-Modul

[0085] Beispiel:

$$F_{R,i} = 500 \text{ N}$$

$$r_{\text{Roll}} = 300 \text{ mm}$$

$$A_{\text{Sensor}} = 707 \text{ mm}^2$$

$$d = 0,5 \text{ mm}$$

$$\sigma_{Z,i} = 424,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{Z,\text{max}} = 430 \text{ MPa}$$

$$\Delta \sigma_{Z,i} = -5,59 \text{ MPa}$$

$$E = 206 \text{ GPa}$$

$$\Delta L/L_i = 27,1 \mu\text{m/m} = 2,71 \text{ I-Units}$$

Patentansprüche

1. Spannrollensatz (3, 4) für eine Richtanlage (1) zum Richten eines Bandes (2) oder für ein Nachwalzgerüst zum Nachwalzen eines Bandes, wobei der Spannrollensatz (3, 4)
 - eine erste Spannrolle (8) mit einer ersten Rollenachse und
 - mindestens eine zweite Spannrolle (9) mit einer zweiten Rollenachse aufweist,

wobei die erste Spannrolle (8) eine Planheitsmessrolle ist, die einen Kraftsensor zum Messen einer auf die Umfangsfläche der Planheitsmessrolle ausgeübten Radialkraft aufweist, und ein Antrieb für die zweite Spannrolle (9) vorgesehen ist, mit dem ein Drehmoment um die zweite Rollenachse auf die zweite Spannrolle (9) aufgebracht werden kann,

dadurch gekennzeichnet, dass

 - die erste Spannrolle (8) antriebslos ausgeführt ist.
2. Spannrollensatz (3, 4) nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** eine dritte Spannrolle (10) mit einer dritten Rollenachse und eine vierte Spannrolle (11) mit einer vierten Rollenachse, wobei
 - a. ein Antrieb für die dritte Spannrolle (10) vorgesehen ist, mit dem ein Drehmoment um die dritte Rollenachse auf die dritte Spannrolle (10) aufgebracht werden kann, und/oder
 - b. ein Antrieb für die vierte Spannrolle (11) vorgesehen ist, mit dem ein Drehmoment um die vierte Rollenachse auf die vierte Spannrolle (11) aufgebracht werden kann.
3. Spannrollensatz (3, 4) nach Anspruch 2, **gekennzeichnet durch** eine fünfte Spannrolle (12) mit einer fünften Rollenachse, wobei ein Antrieb für die fünfte Spannrolle (12) vorgesehen ist, mit dem ein Drehmoment um die fünfte Rollenachse auf die fünfte Spannrolle (12) aufgebracht werden kann.
4. Spannrollensatz (3, 4) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Antrieb für die zweite Spannrolle (9) ein maximales Drehmoment T2 um die zweite Rollenachse auf die zweite Spannrolle (9) aufbringen kann und dass der Hilfsantrieb für die erste Spannrolle (8) ein maximales Drehmoment T1 um die erste Rollenachse auf die erste Spannrolle (8) aufbringen kann, wobei T 1 gleich oder kleiner als die Hälfte von T2 ist.
5. Spannrollensatz (3, 4) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Planheitsmessrolle eine parallel zur ersten Rollenachse verlaufende Axialbohrung aufweist und dass der Kraftsensor in der Axialbohrung angeordnet ist.
6. Spannrollensatz (3, 4) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Planheitsmessrolle eine Oberflächenbeschichtung aufweist.
7. Spannrollensatz (3, 4) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Band (2) über die erste Spannrolle (8) und über die zweite Spannrolle (9) geführt ist und das Band (2) die erste Spannrolle (8) mit einem Umschlingungswinkel von mindestens 90° umschlingt und/oder das Band (2) die zweite Spannrolle (9) mit einem Umschlingungswinkel von mindestens 90° umschlingt
8. Richtanlage (1) zum Richten eines Bandes (2) mit
 - a. einem vorderen Spannrollensatz (3),
 - b. einem hinteren Spannrollensatz (4),
 - c. einer zwischen dem vorderen Spannrollensatz (3) und dem hinteren Spannrollensatz (4) vorgesehenen Reckzone und/oder einem zwischen dem vorderen Spannrollensatz (3) und dem hinteren Spannrollensatz (4) vorgesehenen Biegegerüst (5),

dadurch gekennzeichnet, dass

- der vordere Spannrollensatz (3) ein Spannrollensatz nach einem der Ansprüche 1 bis 7 ist und/oder
- der hintere Spannrollensatz (4) ein Spannrollensatz nach einem der Ansprüche 1 bis 7 ist.

9. Richtanlage (1) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- a. der hintere Spannrollensatz (4) ein Spannrollensatz nach einem der Ansprüche 1 bis 7 ist und dass die erste Spannrolle (8) die Spannrolle des Spannrollensatzes ist, auf die das Band (2) als erstes aufläuft und/oder
- b. der vordere Spannrollensatz (3) ein Spannrollensatz nach einem der Ansprüche 1 bis 7 ist und dass die erste Spannrolle (8) die Spannrolle des Spannrollensatzes ist, von der das Band (2) als letztes abläuft.

10. Nachwalzgerüstanlage zum Nachwalzen eines Bandes (2) mit

- a. einem vorderen Spannrollensatz (3),
- b. einem hinteren Spannrollensatz (4),
- c. einem zwischen dem vorderen Spannrollensatz (3) und dem hinteren Spannrollensatz (4) vorgesehenen Nachwalzgerüst,

dadurch gekennzeichnet, dass

- der vordere Spannrollensatz (3) ein Spannrollensatz nach einem der Ansprüche 1 bis 7 ist und/oder
- der hintere Spannrollensatz (4) ein Spannrollensatz nach einem der Ansprüche 1 bis 7 ist.

11. Verfahren zum Betreiben einer Richtanlage (1) nach einem der Ansprüche 8 oder 9 wobei die Richtanlage (1) ein Biegegerüst (5) mit anstellbaren Biegewalzen aufweist und eine Steuereinrichtung aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung aufgrund von Messergebnissen des Kraftsensors Steuereingriffe an mindestens einem Aktuator der Richtanlage vornimmt.

12. Verfahren zum Betreiben einer Nachwalzgerüstanlage nach Anspruch 10, wobei das Nachwalzgerüst anstellbare Walzen aufweist und eine Steuereinrichtung aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung aufgrund von Messergebnissen des Kraftsensors Steuereingriffe an mindestens einem Aktuator der Nachwalzgerüstanlage vornimmt.

13. Verfahren zum Betreiben einer Richtanlage (1) nach einem der Ansprüche 8 oder 9 oder einer Nachwalzgerüstanlage nach Anspruch 10, bei der der Spannrollensatz (3,4) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 so ausgeführt ist, dass ein Hilfsantrieb für die erste Spannrolle (8) vorgesehen ist, mit dem ein Drehmoment um die erste Rollennachse auf die erste Spannrolle (8) aufgebracht werden kann, wobei der Hilfsantrieb für die erste Spannrolle (8) schwächer ausgeführt ist, als der Antrieb für die zweite Spannrolle (9), **dadurch gekennzeichnet, dass** nach einer Anlaufphase oder nach Aufbringen des Bandzugs der Hilfsantrieb für die erste Spannrolle (8) abgeschaltet wird oder auf ein Drehmoment von 0 Nm geregelt wird.

Claims

1. Tensioning pulley set (3, 4) for a straightening line (1) for straightening a strip (2) or for a re-rolling stand for re-rolling a strip, wherein the tensioning pulley set (3, 4) comprises

- a first tensioning pulley (8) with a first pulley axle and
- at least one second tensioning pulley (9) with a second pulley axis,

wherein the first tension pulley (8) is a flatness measuring pulley which has a force sensor for measuring a radial force exerted on the circumferential surface of the flatness measuring pulley, and a drive for the second tensioning pulley (9) is provided, with which a torque about the second pulley axis can be applied to the second tensioning pulley (9),
characterized in that

- the first tensioning pulley (8) is designed to be non-driven.

2. Tensioning pulley set (3, 4) according to claim 1, **characterized by** a third tensioning pulley (10) with a third pulley axis and a fourth tensioning pulley (11) with a fourth pulley axis, wherein

- a. a drive for the third tensioning pulley (10) is provided, with which a torque about the third pulley axis can be applied to the third tensioning pulley (10), and/or
- b. a drive for the fourth tensioning pulley (11) is provided, with which a torque about the fourth pulley axis can be applied to the fourth tensioning pulley (11).

3. Tensioning pulley set (3, 4) according to claim 2, **characterized by** a fifth tensioning pulley (12) with a fifth pulley axis, wherein a drive for the fifth tensioning pulley (12) is provided, with which a torque about the fifth pulley axis can be applied to the fifth tensioning pulley (12).

4. Tensioning pulley set (3, 4) according to any one of claims 1 to 3, **characterized in that** the drive for the second tensioning pulley (9) can apply a maximum torque T2 about the second pulley axis to the second tensioning pulley (9) and **in that** the auxiliary drive for the first tensioning pulley (8) can apply a maximum torque T1 about the first pulley axis to the first tensioning pulley (8), wherein T1 is equal to or less than half of T2.

5. Tensioning pulley set (3, 4) according to any one of claims 1 to 4, **characterized in that** the flatness measuring pulley has an axial bore running parallel to the first pulley axis and **in that** the force sensor is arranged in the axial bore.

6. Tensioning pulley set (3, 4) according to any one of claims 1 to 5, **characterized in that** the flatness measuring pulley comprises a surface coating.

7. Tensioning pulley set (3, 4) according to any one of claims 1 to 6, **characterized in that** a strip (2) is guided over the first tensioning pulley (8) and over the second tensioning pulley (9) and the strip (2) wraps around the first tensioning pulley (8) with a wrap angle of at least 90° and/or the strip (2) wraps around the second tensioning pulley (9) with a wrap angle of at least 90°

8. Straightening line (1) for straightening a strip (2) with

- a. a front tensioning pulley set (3),
- b. a rear tension pulley set (4),
- c. a stretching zone provided between the front tensioning pulley set (3) and the rear tensioning pulley set (4) and/or a bending stand (5) provided between the front tensioning pulley set (3) and the rear tensioning pulley set (4),

characterized in that

- the front tensioning pulley set (3) is a tensioning pulley set according to any one of claims 1 to 7 and/or
- the rear tensioning pulley set (4) is a tensioning pulley set according to any one of claims 1 to 7.

9. Straightening line (1) according to claim 8, **characterized in that**

- a. the rear tensioning pulley set (4) is a tensioning pulley set according to any one of claims 1 to 7 and that the first tensioning pulley (8) is the tensioning pulley of the tensioning pulley set on which the strip (2) runs first and/or
- b. the front tensioning pulley set (3) is a tensioning pulley set according to any one of claims 1 to 7 and that the first tensioning pulley (8) is the tensioning pulley of the tensioning pulley set from which the strip (2) runs off last.

10. Re-rolling stand line for re-rolling a strip (2) with

- a. a front tensioning pulley set (3),
- b. a rear tension pulley set (4),
- c. a re-rolling stand provided between the front tensioning pulley set (3) and the rear tensioning pulley set (4),

characterized in that

- the front tensioning pulley set (3) is a tensioning pulley set according to any one of claims 1 to 7 and/or
- the rear tensioning pulley set (4) is a tensioning pulley set according to any one of claims 1 to 7.

11. Method for operating a straightening line (1) according to any one of claims 8 or 9, wherein the straightening line (1) comprises a bending stand (5) with adjustable bending rollers and a control device, **characterized in that** the control device carries out control interventions on at least one actuator of the straightening line on the basis of measurement results from the force sensor.
12. Method for operating a re-rolling stand line according to claim 10, wherein the re-rolling stand has adjustable rollers and a control device, **characterized in that** the control device carries out control interventions on at least one actuator of the re-rolling stand line on the basis of measurement results from the force sensor.
13. Method for operating a straightening line (1) according to any one of claims 8 or 9 or a re-rolling stand line according to claim 10, in which the tensioning pulley set (3, 4) according to any one of the claims 1 to 7 is designed such that an auxiliary drive for the first tensioning pulley (8) is provided, with which a torque about the first pulley axis can be applied to the first tensioning pulley (8), wherein the auxiliary drive for the first tensioning pulley (8) is designed to be weaker than the drive for the second tensioning pulley (9), **characterized in that** after a start-up phase or after application of the strip tension, the auxiliary drive for the first tensioning pulley (8) is switched off or is regulated to a torque of 0 Nm.

Revendications

1. Jeu de galets tendeurs (3, 4) pour une installation de dressage (1) pour le dressage d'une bande (2) ou pour une cage d'écrouissage pour l'écrouissage d'une bande, dans lequel le jeu de galets tendeurs (3, 4) présente
- un premier galet tendeur (8) avec un premier axe de galet et
 - au moins un deuxième galet tendeur (9) avec un deuxième axe de galet,
- dans lequel le premier galet tendeur (8) est un galet de mesure de planéité qui présente un capteur de force pour mesurer une force radiale exercée sur la surface circonférentielle du galet de mesure de planéité, et un entraînement pour le deuxième galet tendeur (9) est prévu, avec lequel un couple peut être appliqué autour de l'axe du deuxième galet sur le deuxième galet tendeur (9),
- caractérisé en ce que**
- le premier galet tendeur (8) est réalisé sans entraînement.
2. Jeu de galets tendeurs (3, 4) selon la revendication 1, **caractérisé par** un troisième galet tendeur (10) avec un troisième axe de galet et un quatrième galet tendeur (11) avec un quatrième axe de galet, dans lequel
- a. un entraînement pour le troisième galet tendeur (10) est prévu, avec lequel un couple peut être appliqué autour du troisième axe de galet sur le troisième galet tendeur (10),
 - et/ou
 - b. un entraînement pour le quatrième galet tendeur (11) est prévu, avec lequel un couple peut être appliqué autour du quatrième axe de galet sur le quatrième galet tendeur (11).
3. Jeu de galets tendeurs (3, 4) selon la revendication 2, **caractérisé par** un cinquième galet tendeur (12) avec un cinquième axe de galet, dans lequel un entraînement pour le cinquième galet tendeur (12) est prévu, avec lequel un couple peut être appliqué autour du cinquième axe de galet sur le cinquième galet tendeur (12).
4. Jeu de galets tendeurs (3, 4) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'entraînement pour le deuxième galet tendeur (9) peut appliquer un couple maximal T2 autour du deuxième axe de galet sur le deuxième galet tendeur (9) et **en ce que** l'entraînement auxiliaire pour le premier galet tendeur (8) peut appliquer un couple maximal T1 autour du premier axe de galet sur le premier galet tendeur (8), dans lequel T1 est égal ou inférieur à la moitié de T2.

5. Jeu de galets tendeurs (3, 4) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le galet de mesure de planéité présente un alésage axial s'étendant parallèlement au premier axe de galet et **en ce que** le capteur de force est disposé dans l'alésage axial.

6. Jeu de galets tendeurs (3, 4) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le galet de mesure de planéité présente un revêtement de surface.

7. Jeu de galets tendeurs (3, 4) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'**une bande (2) est guidée sur le premier galet tendeur (8) et sur le deuxième galet tendeur (9) et la bande (2) s'enroule autour du premier galet tendeur (8) avec un angle d'enroulement d'au moins 90° et/ou la bande (2) s'enroule autour du deuxième galet tendeur (9) avec un angle d'enroulement d'au moins 90°.

8. Installation de dressage (1) pour le dressage d'une bande (2) avec

- a. un jeu de galets tendeurs avant (3),
- b. un jeu de galets tendeurs arrière (4),
- c. une zone d'étirage prévue entre le jeu de galets tendeurs avant (3) et le jeu de galets tendeurs arrière (4) et/ou une cage de flexion (5) prévue entre le jeu de galets tendeurs avant (3) et le jeu de galets tendeurs arrière (4),

caractérisé en ce que

- le jeu de galets tendeurs avant (3) est un jeu de galets tendeurs selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 et/ou
- le jeu de galets tendeurs arrière (4) est un jeu de galets tendeurs selon l'une quelconque des revendications 1 à 7.

9. Installation de dressage (1) selon la revendication 8, **caractérisée en ce que**

- a. le jeu de galets tendeurs arrière (4) est un jeu de galets tendeurs selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 et **en ce que** le premier galet tendeur (8) est le galet tendeur du jeu de galets tendeurs, sur lequel la bande (2) monte en premier et/ou
- b. le jeu de galets tendeurs avant (3) est un jeu de galets tendeurs selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 et **en ce que** le premier galet tendeur (8) est le galet tendeur du jeu de galets tendeurs, duquel la bande (2) sort en dernier.

10. Installation de cage d'écrouissage pour l'écrouissage d'une bande (2) avec

- a. un jeu de galets tendeurs avant (3),
- b. un jeu de galets tendeurs arrière (4),
- c. une cage d'écrouissage prévue entre le jeu de galets tendeurs avant (3) et le jeu de galets tendeurs arrière (4),

caractérisé en ce que

- le jeu de galets tendeurs avant (3) est un jeu de galets tendeurs selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 et/ou
- le jeu de galets tendeurs arrière (4) est un jeu de galets tendeurs selon l'une quelconque des revendications 1 à 7.

11. Procédé de fonctionnement d'une installation de dressage (1) selon l'une quelconque des revendications 8 ou 9, dans lequel l'installation de dressage (1) présente une cage de flexion (5) avec des cylindres de flexion réglables et présente un dispositif de commande, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande effectue des interventions de commande sur au moins un actionneur de l'installation de dressage en raison des résultats de mesure du capteur de force.

12. Procédé de fonctionnement d'une installation de cage d'écrouissage selon la revendication 10, dans lequel la cage d'écrouissage présente des cylindres réglables et présente un dispositif de commande, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande effectue des interventions de commande sur au moins un actionneur de l'installation de cage

d'écrouissage en raison des résultats de mesure du capteur de force.

13. Procédé de fonctionnement d'une installation de dressage (1) selon l'une quelconque des revendications 8 ou 9 ou d'une installation de cage d'écrouissage selon la revendication 10, pour lequel le jeu de galets tendeurs (3,4) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 est réalisé de sorte qu'un entraînement auxiliaire pour le premier galet tendeur (8) soit prévu, avec lequel un couple peut être appliqué autour du premier axe de galet sur le premier galet tendeur (8), dans lequel l'entraînement auxiliaire pour le premier galet tendeur (8) est plus faible que l'entraînement pour le deuxième galet tendeur (9), **caractérisé en ce que** l'entraînement auxiliaire pour le premier galet tendeur (8) est arrêté ou réglé à un couple de 0 Nm après une phase de démarrage ou après l'application de la tension de bande.

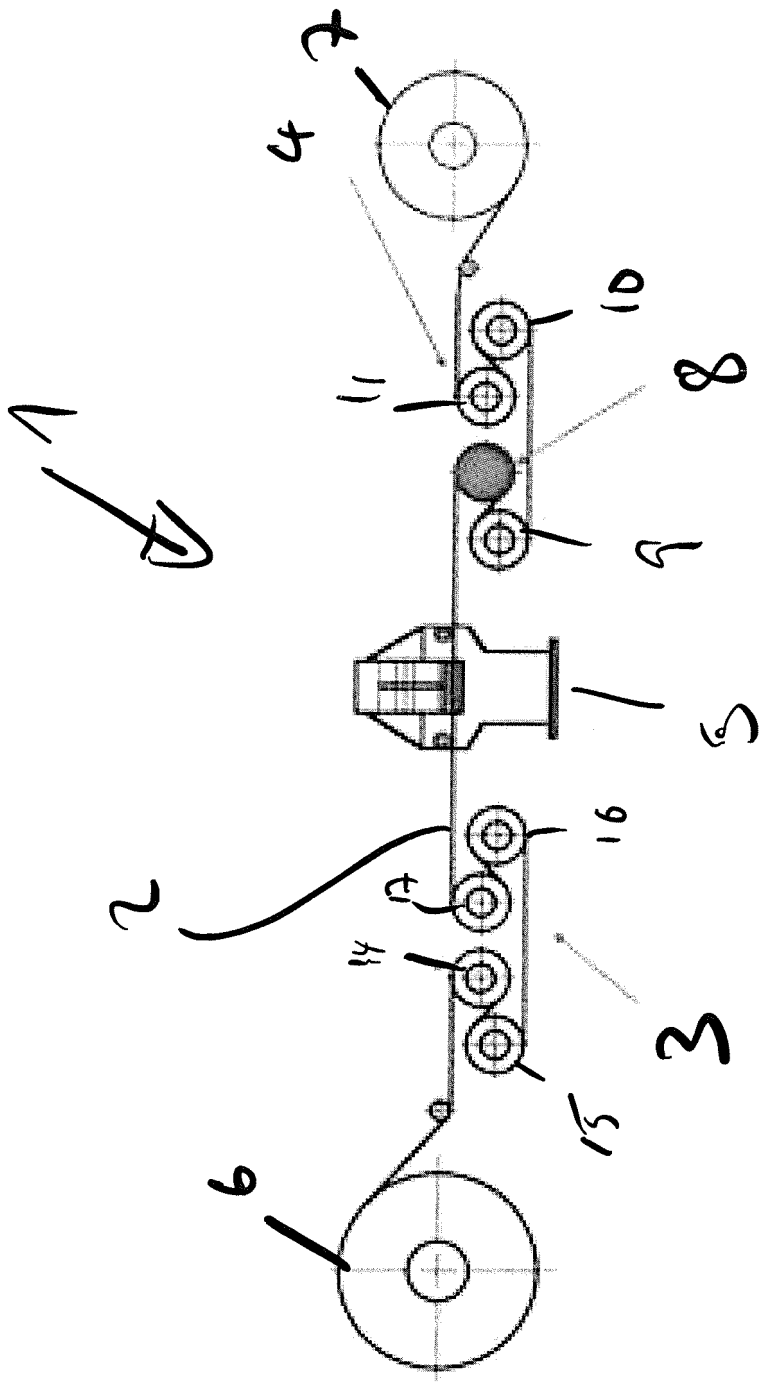


Fig. 1

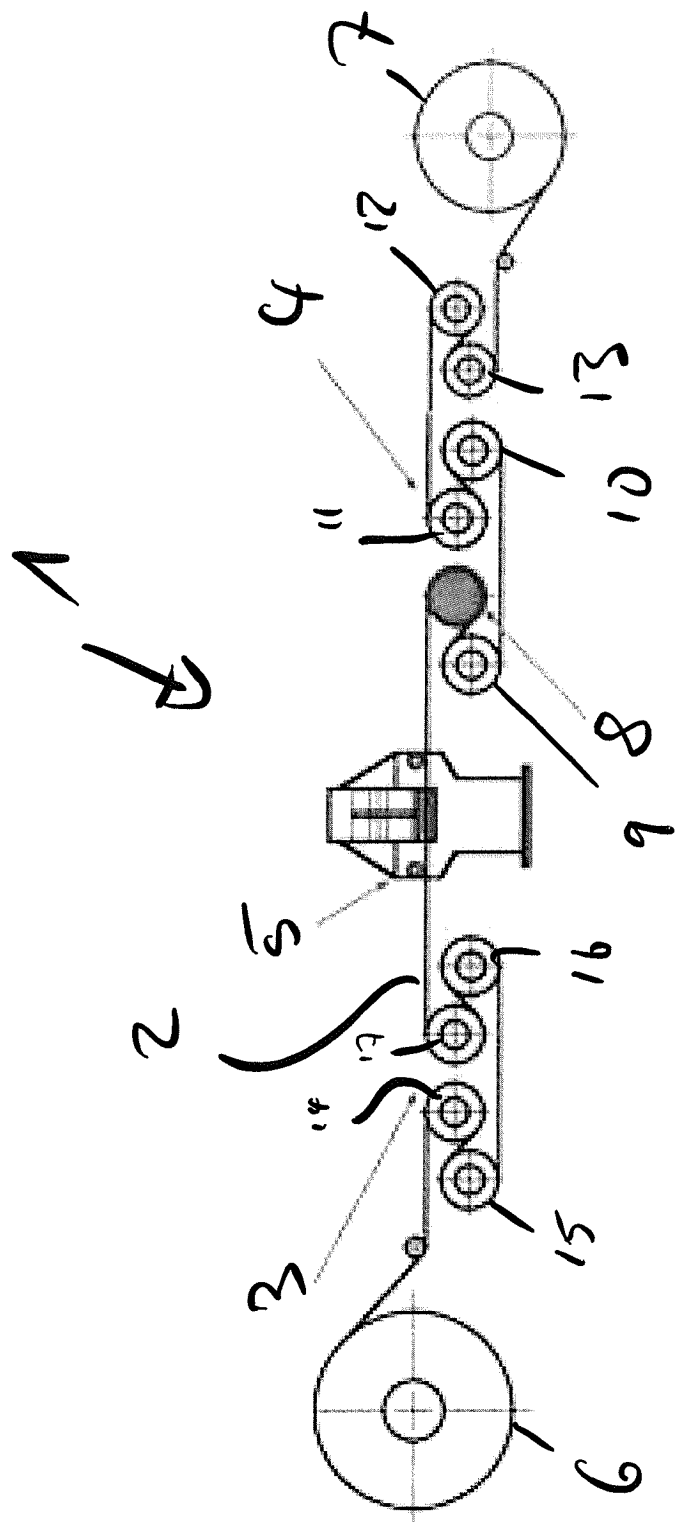


Fig. 2

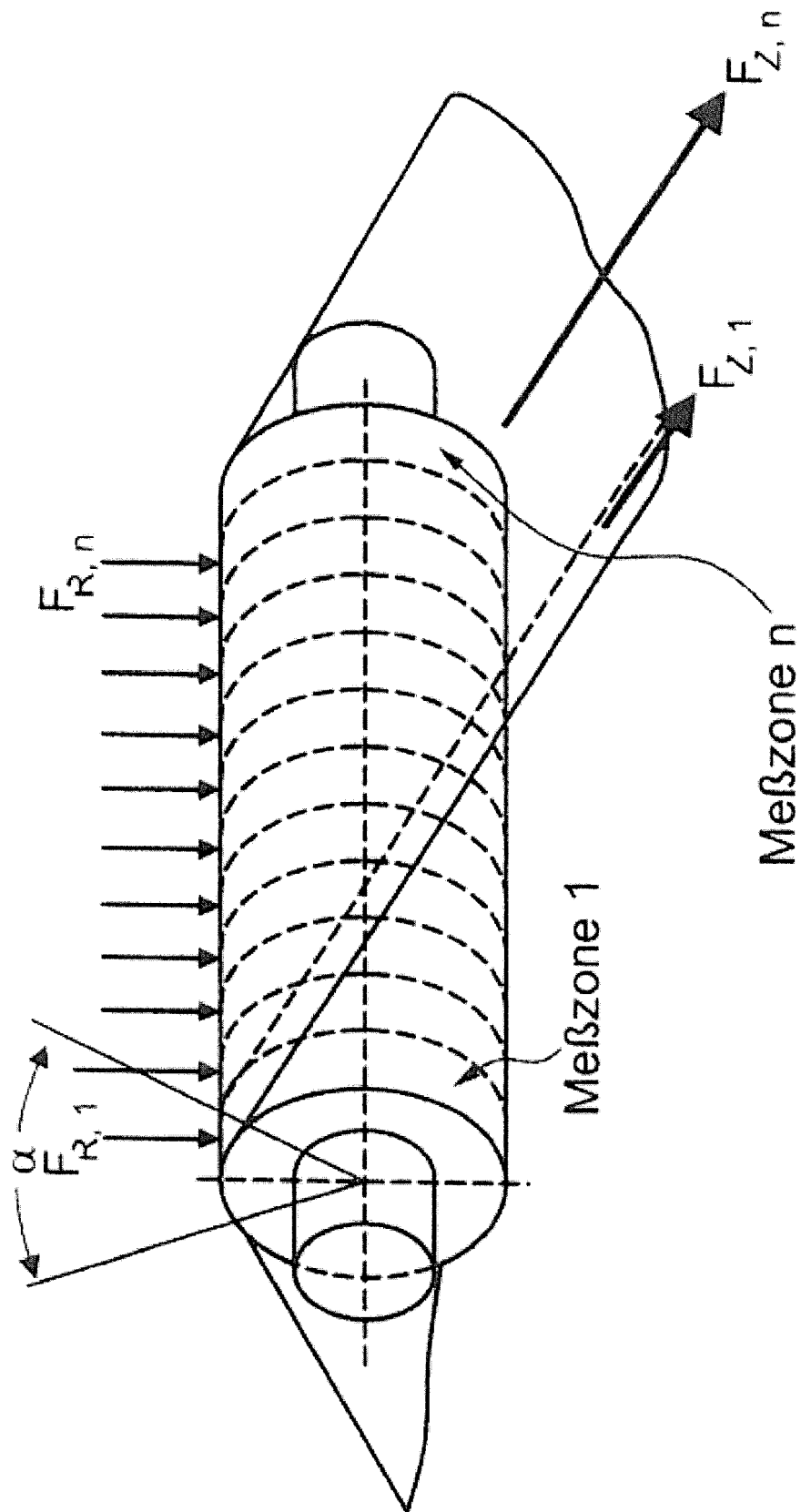


Fig. 18

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

- EP 1789211 B1 [0006] [0011]
- DE 102018111627 A1 [0007]
- GB 1409025 A [0008]
- EP 1789221 B1 [0015]
- DE 102019006788 [0016] [0067]
- DE 4236657 A1 [0017]
- DE 19616980 A1 [0017]
- DE 10207501 C1 [0017]
- DE 202007001066 U1 [0017] [0027]
- EP 1469955 B1 [0017]
- WO 2020120328 A1 [0017]
- WO 2020120329 A1 [0017]
- DE 202014006820 U1 [0018]
- DE 2630410 C2 [0018]
- DE 102014012426 A1 [0019] [0021] [0026]
- DE 19747655 A1 [0019]
- DE 10207501 [0021]
- EP 1469955 A1 [0028]