



(11) **EP 1 790 601 B2**

(12) **NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**  
Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:  
**24.04.2019 Patentblatt 2019/17**

(51) Int Cl.:  
**B65H 23/188** <sup>(2006.01)</sup>

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:  
**09.11.2011 Patentblatt 2011/45**

(21) Anmeldenummer: **06019736.5**

(22) Anmeldetag: **21.09.2006**

---

(54) **Regelung der Bahnspannung einer Warenbahn**

Control of the web tension of a running web

Contrôle de la tension d'une bande de matériau

---

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI  
SK TR**

(30) Priorität: **29.11.2005 DE 102005056802**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**30.05.2007 Patentblatt 2007/22**

(60) Teilanmeldung:  
**11006304.7 / 2 386 511  
11006305.4 / 2 392 529**

(73) Patentinhaber: **Bosch Rexroth Aktiengesellschaft  
97816 Lohr am Main (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Schultze, Stephan Dr.**  
**97816 Lohr (DE)**  
• **Zentgraf, Christian**  
**63741 Aschaffenburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 933 201 EP-A- 0 976 674  
EP-A- 1 518 805 DE-A1- 3 143 545  
DE-A1- 3 421 556 DE-A1- 3 605 168  
DE-A1- 10 031 529 DE-A1- 10 225 824  
DE-A1- 10 322 098 DE-B3- 10 342 798  
JP-A- 60 137 754 US-A- 3 416 058  
US-A- 4 958 111 US-A1- 2005 167 460**

**EP 1 790 601 B2**

## Beschreibung

### Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung der Bahnspannung einer mittels einer Transporteinrichtung bewegten Warenbahn mit einem Bahnspannungsregler unter Bestimmung von Regelkreisparametern.

**[0002]** Bei Warenbahnen handelt es sich um fortlaufende Materialbahnen aus Papier, Folie oder Stoff. Zur Bearbeitung wird die Warenbahn innerhalb einer Transporteinrichtung durch Antriebswalzen befördert und beispielsweise bedruckt. Gemäß dem Stand der Technik wird die Warenbahn einer Bearbeitungsstufe dabei über eine zuführende Klemmstelle zugeführt, die aus einer in ihrer Drehzahl geregelten Antriebswalze mit zugehöriger Andruckwalze besteht. Nach der Bearbeitungsstufe wird die Warenbahn über eine zweite Klemmstelle abgeführt, die aus einer zweiten in ihrer Drehzahl geregelten Antriebswalze mit zugehöriger Andruckwalze besteht. Eine ausreichende Bearbeitungsqualität kann nur erreicht werden, wenn die Warenbahn zwischen den Klemmstellen eine gewisse Mindest-Bahnspannung besitzt, da sie ansonsten für die Bearbeitung ungenau transportiert wird und beispielsweise zum Flattern neigt. Andererseits darf eine gewisse Maximal-Bahnspannung nicht überschritten werden, da die Warenbahn ansonsten reißt oder sich unelastisch dehnt.

**[0003]** Um einen problemlosen Betrieb der Transporteinrichtung sowie eine gute Qualität der bearbeiteten Warenbahn zu gewährleisten, muss die Bahnspannung in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit und Parametern wie dem Elastizitätsmodul der Warenbahn innerhalb eines bestimmten Bereichs gehalten werden.

**[0004]** Als Bahnspannungsregler dient ein PI-Regler, der als Stellgröße die Voreilung bzw. Nacheilung der an der zu- oder abführenden Klemmstelle angeordneten Antriebswalze verwendet. Der Regelkreis wird dabei über die Messung des Istwertes der Bahnspannung mit einer Kraftmessdose geschlossen. Die Regelkreisparameter des Zugspannungsreglers mit Kraftmessdose sind von der Maschinengeschwindigkeit und vom Material abhängig. Die Geschwindigkeitsabhängigkeit kann durch eine adaptive Kennlinie des P-Anteils des Reglers modelliert werden. Die Materialabhängigkeit der vorteilhaften Bahnspannungsregelung kann während der Inbetriebnahme durch einen Optimierungsschritt berücksichtigt werden. Nachteilig ist hierbei, dass bei einem Materialwechsel der Optimierungsschritt wiederholt werden muss. Wird beispielsweise härteres Material eingelegt, kann ansonsten der Regelkreis instabil werden. Wird die erste Optimierung so gewählt, dass für eine größere Gruppe von Materialien geeignete Parameter gewählt werden, wird für flexiblere Materialien die Regelkreisdynamik nicht ausgenutzt, was die Einstellung einer geeigneten Bahnspannung unnötig verlängert und eine erhöhte Menge fehlerhaft bearbeiteter Warenbahn zur Folge

hat.

**[0005]** Aus der DE 198 34 725 A1 ist eine Regeleinrichtung und ein Verfahren zum Regeln der Spannung einer Papierbahn einer Druckmaschine bekannt, bei der innerhalb der Regelstrecke ein gemessener Bahnspannungs-Istwert erfasst wird. Ein Drehzahlleit-Sollwert und ein Bahnspannungs-Sollwert werden vorgegeben. Aus dem Bahnspannungs-Sollwert und dem Bahnspannungs-Istwert wird ein Vor- bzw. Nacheilungs-Sollwert ermittelt, der zusammen mit dem Drehzahlleit-Sollwert die einzustellende Drehzahl ergibt. Mit dieser Bahnspannungsregelung kann die Abweichung der einzelnen Bahnspannungen an unterschiedlichen Stellen des Papierweges innerhalb gewisser Grenzen gehalten werden. Auf den Einfluss des Elastizitätsmoduls der Warenbahn auf die Druckeigenschaften wird in der Schrift zwar eingegangen, eine Lehre zur Beseitigung des Einflusses durch Berücksichtigung in den Regelparametern wird jedoch nicht angegeben.

**[0006]** Aus der DE 10201 993 A1 sind eine Vorrichtung und ein Verfahren zur dynamischen Steuerung eines Antriebes für Transportwalzen in einer Rollendruckmaschine bekannt. Dabei bestand die Aufgabe darin, bei unterschiedlichen Phasen des Maschinenbetriebes eine gewünschte Bahnspannung sowie eine geforderte Druckqualität zu gewährleisten. Hierbei gilt es, die Bahnspannung eines Abschnittes einer Warenbahn zwischen einer zuführenden und einer abführenden Klemmstelle zu steuern, die jeweils aus einer Transportwalze und einer Andruckwalze gebildet sind. Die Steuervorrichtung arbeitet während einer ersten Phase des Druckmaschinenbetriebes in einem Bahnspannungskontrollmodus, um die Bahnspannung auf einem ersten gewünschten Bahnspannungswert zu halten. In einer zweiten Phase des Betriebes der Druckmaschine erfolgt Steuerung in einem Geschwindigkeitskontrollmodus in dem das Verhältnis der Antriebsgeschwindigkeiten der zuführenden und der abführenden Klemmstelle gesteuert werden.

**[0007]** Aus der DE 103 22 098 ist eine Regelung für die Bahngeschwindigkeit einer Warenbahn bekannt, bei der ein Sollwert für die Bahngeschwindigkeit unter Berücksichtigung des Istwertes der Bahnspannung und des Elastizitätsmoduls des Bahnmaterials ermittelt wird.

**[0008]** Die DE 3143545 A1 offenbart, dass bei Mehrmotorenantrieben für durchlaufende Bahnen Leitwalzen die Aufgabe haben, die Bahn im freien Bereich zwischen den Klemmstellen unter Einhaltung bestimmter Eigenschaften, wie Länge, Dehnung oder Zugspannung, zu führen. Um von den Leitwalzen keine nennenswerten Kräfte auf die Bahnen auszuüben, werden die Leitwalzendrehzahlen geregelt. Hierbei wird die statische Verstärkung der Regelung im Bereich kleiner Drehzahlregelabweichungen auf einen hohen Wert und bei größeren Drehzahlregelabweichungen auf einen kleineren Wert eingestellt. Die Übergangsstelle von großer zu kleiner Verstärkung kann wahlweise vorgegeben werden.

**[0009]** Ferner offenbart die DE 3605168 A1, dass eine Anordnung zum schwingungsarmen Transport einer

elastischen, unter Zugspannung stehenden Stoffbahn über eine Reihe von angetriebenen bzw. nicht angetriebenen Rollen. Sie besteht darin, dass zur Anpassung an unterschiedliche Elastizitätsmoduln und Querschnitte der Stoffbahn sowohl in der Drehzahlwie in der Bandzugregelung eine Anpassung der Regler-Parameter vorgenommen wird und dass die Regler-Parameter in Abhängigkeit vom geometrischen Mittel aus Elastizitätsmodul und Querschnitt verändert werden, und zwar derart, dass das Zeitverhalten bestimmende Größen wie Zeitkonstanten und Integrationszeiten sowie die Verstärkung der Bandzugregelung bestimmende Größe umgekehrt proportional zum geometrischen Mittel und die die Verstärkung der Bandgeschwindigkeit bestimmende Größe proportional zum geometrischen Mittel eingestellt werden.

**[0010]** Die DE 100 31 529 A1 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betrieb einer bahnverarbeitenden Maschine mit angetriebenen Achsen zum Transport von Bahnen. Die Regelung der Antriebe für die Achsen erfolgt zumindest teilweise mittels zeitabhängiger Regelparameter. Die Variation der Regelparameter erfolgt in Abhängigkeit der Positionen und/oder Geschwindigkeiten der Achsen.

**[0011]** Die EP 0 976 674 A1 offenbart eine Regeleinrichtung für die Spannung einer Papierbahn einer Druckmaschine mit einer Einstellvorrichtung für einen Drehzahlleitsollwert, einem Drehzahlregler für einen Antriebsmotor, der mit der Einstellvorrichtung gekoppelt ist, einer Einstellvorrichtung für einen Bahnspannungs- Sollwert, einem Sensor zum Messen der Bahnspannung, einem Bahnspannungsregler, welcher mit dem Sensor zum Messen der Bahnspannung und der Einstellvorrichtung für den Bahnspannungs-Sollwert gekoppelt ist, wobei der Drehzahlregler mit einem Ausgang des Bahnspannungsreglers gekoppelt ist. Ferner bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zum Regeln der Spannung einer Papierbahn einer Druckmaschine, wobei ein Drehzahlleitsollwert vorgegeben wird, ein Bahnspannungs-Sollwert vorgegeben wird, ein erster Bahnspannungs-Istwert gemessen wird, die Differenz aus dem Bahnspannungs-Sollwert und dem gemessenen Bahnspannungs-Istwert gebildet wird; die gebildete Differenz in einen Nacheilungs-Soll- Wert umgerechnet wird; und aus dem vorgegebenen Drehzahlleitsollwert und dem Nacheilungs-Sollwert eine Größe gebildet wird, welche zur Drehzahlregelung des Antriebsmotors dient.

**[0012]** Nachteilig beim Stand der Technik ist, dass die Bahnspannungsregelung jeweils an die zu verwendende Warenbahn angepasst werden muss und nicht universell einsetzbar ist.

**[0013]** Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren für die Regelung der Bahnspannung einer Warenbahn zu schaffen, das eine Erhöhung der Produktqualität bei gleichzeitig hohem

**[0014]** Produktionsvolumen und geringem Aufwand bei der Umstellung des Typs der Warenbahn ermöglicht.

## Vorteile der Erfindung

**[0015]** Die Aufgabe wird gelöst, durch die Merkmale des Anspruchs 1.

5 **[0016]** Da mit dem Bahnspannungsregler eine PI-Regelung oder PID-Regelung vorgenommen wird, kann eine einfache und kostengünstige Bahnspannungsregelung verwirklicht werden, die dennoch eine gute Bearbeitungsqualität ermöglicht.

10 **[0017]** Da als Regelkreisparameter der Proportional- und/oder der Integral- und/oder der Differential-Anteil des PI-Reglers oder PID-Reglers verwendet werden, kann die Bahnspannung über einen weiten Bereich von Parametern der Warenbahn im für eine gute Bearbeitungsqualität geeigneten Bereich gehalten werden.

15 **[0018]** Eine für eine schnelle und genaue Regelung der Bahnspannung der Warenbahn besonders geeignete Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Antrieb der Transporteinrichtung in zumindest zwei Antriebsgruppen erfolgt, die von eigenen Antrieben angetrieben werden und deren Kopplung innerhalb des Steuerungs- und Antriebssystems auf elektronischer Basis erfolgt. Diese auch als "wellenloser" Antrieb bezeichnete Ausführungsform koppelt die zumindest zwei Antriebsgruppen nicht mechanisch über eine starre Welle sondern elektronisch über den Bahnspannungsregler oder eine andere Regel- und Steuereinrichtung. Diese können auf Servosynchronmotore wirken und so beispielsweise auch eine für zwei Antriebe unterschiedliche Anlauf- oder Regel-Charakteristik vorsehen. Auf diese Weise können beispielsweise Trägheitsmomente von Komponenten der Transporteinrichtung für die Warenbahn berücksichtigt werden.

25 **[0019]** Da die Antriebe mittels einer virtuellen Leitachse gesteuert werden, werden die Reglerparameter für die Antriebsachsen auf eine nur in den Parametern des Bahnspannungsreglers vorhandene virtuelle Leitachse bezogen. Dann haben Ungenauigkeiten in der Messwertfassung und/oder Bewegung der Leitachse keinen Einfluss auf die Regelgüte.

30 **[0020]** Die Zeitkonstante der Regelstrecke ist proportional zu dem Kehrwert der Geschwindigkeit der Warenbahn. Daher ist es vorteilhaft, wenn die Regelkreisparameter gemäß einer hyperbolischen Kennlinie in Abhängigkeit von der Leitachsgeschwindigkeit der Warenbahn bestimmt werden.

35 **[0021]** Eine besonders einfache zu realisierende Ausführungsform sieht vor, dass die Regelkreisparameter gemäß einer stückweise aus Funktionen zusammengesetzten Kennlinie in Abhängigkeit von der Leitachsgeschwindigkeit bestimmt werden, und die Antriebe der Transporteinrichtung mittels einer virtuellen Leitachse gesteuert werden.

40 **[0022]** Ein vorgegebener Sollwert der Bahnspannung kann schneller und damit mit weniger Produktionsausfall erreicht werden, indem die Regelkreisparameter gemäß einer als Funktion und/oder an mehreren Stützstellen vorgebbaren Kennlinie in Abhängigkeit von einer Abwei-

chung der Bahnspannung von einem vorgegebenen Sollwert bestimmt werden.

**[0023]** Werden die Regelkreisparameter gemäß einer als Funktion und/oder an mehreren Stützstellen vorgebaren Kennlinie in Abhängigkeit von einer Lauflänge der Warenbahn zwischen einer zuführenden Klemmstelle und einer abführenden Klemmstelle bestimmt, kann erreicht werden, dass bei einer Umrüstung der Transporteinrichtung, bei der die Länge der Warenbahn zwischen der zuführenden und der abführenden Klemmstelle verändert wird, ein für einen reibungslosen Produktionsanlauf geeigneter Satz von Regelkreisparametern zur Verfügung steht.

**[0024]** Werden für die Regelkreisparameter unterhalb einer minimalen Maschinen-, Anlagen- oder Warenbahngeschwindigkeit und oberhalb einer maximalen Maschinen-, Anlagen- oder Warenbahngeschwindigkeit konstante Werte vorgegeben, kann erreicht werden, dass im normalen Betriebsbereich der Regelung eine steile Kennlinie mit einer guten Regelcharakteristik gewählt werden kann, ohne dass bei einem Betrieb außerhalb des üblichen Betriebsbereichs Schäden an der Warenbahn und/oder der Transporteinrichtung auftreten.

**[0025]** Werden die Regelkreisparameter in Abhängigkeit von physikalischen Kenngrößen der Warenbahn bestimmt, kann erreicht werden dass bei unterschiedlichen Materialien eine gute Bearbeitungsqualität erreicht wird. Insbesondere können Schwankungen der physikalischen Kenngrößen über die Zeit erfasst und berücksichtigt werden.

**[0026]** Werden die physikalischen Kenngrößen innerhalb der Transporteinrichtung bestimmt, kann eine schnelle Berücksichtigung von Änderungen während des laufenden Betriebs erfolgen und somit der Anteil von zu verwerfender Warenbahn verringert werden.

**[0027]** Eine hohe Produktionsgeschwindigkeit und Bearbeitungsqualität bei unterschiedlichen Materialien sowie bei unterschiedlicher Breite und/oder Dicke der Warenbahn kann erreicht werden, indem als physikalische Kenngröße der Elastizitätsmodul der Warenbahn verwendet. Wird der Elastizitätsmodul kontinuierlich gemessen, kann erreicht werden, dass auch eine vom Trocknungsverhalten und/oder Feuchtegrad der Warenbahn abhängige Änderung des Elastizitätsmoduls berücksichtigt werden kann.

**[0028]** Eine kostengünstige nicht beanspruchte Ausführungsform sieht vor, dass der Elastizitätsmodul mit Hilfe der in der Transporteinrichtung nach dem Stand der Technik bereits vorhandenen Elemente Messwertgeber, Drehwinkelgeber und dem Bahnspannungsregler ermittelt wird. Hiermit kann ohne zusätzliche Vorrichtungen, und damit ohne Zusatzkosten, der Elastizitätsmodul bestimmt werden.

**[0029]** Eine besonders einfache nicht beanspruchte Ausführungsform sieht vor, dass der Elastizitätsmodul aus einer Längenänderung der Warenbahn in Abhängigkeit einer Bahnspannungsänderung ermittelt wird. Hierbei ist es möglich, die Warenbahn um einen bestimmten

festen Betrag zu längen und die sich daraus ergebende Bahnspannungsänderung zu messen oder man erhöht die Bahnspannung um einen bestimmten festen Betrag und misst die sich ergebende Längenänderung.

**[0030]** Eine hohe Bearbeitungsqualität einer Warenbahn, auch bei Beschleunigungs- und Abbremsvorgängen, kann erreicht werden, indem die Regelkreisparameter in Abhängigkeit vom Trägheitsmoment von nicht angetriebenen Walzen zwischen der zuführenden Klemmstelle und der abführenden Klemmstelle bestimmt werden. Der Störeinfluss dieser nicht angetriebenen Umlenkwalzen auf die Bahnspannung im Bearbeitungsreich kann so vermindert werden.

**[0031]** Die Einschwingdauer des Bahnspannungsreglers kann vermindert werden, indem Voreinstellwerte für die Regelkreisparameter als Startwerte für die Stellgröße, wie beispielsweise eine Vor- oder Nacheilung eines Antriebs, und eine Selbstoptimierung des PI-Reglers oder PID-Reglers angegeben werden. Hierdurch kann der Anteil an Produkt mit guter Bearbeitungsqualität verbessert werden.

**[0032]** Werden die Voreinstellwerte für die Stellgrößen aus den ermittelten physikalischen Kenngrößen der Warenbahn bestimmt, kann auch für unterschiedliche und neuartige Materialien und Materialkombinationen der Warenbahn ein Satz von Voreinstellwerten bestimmt werden, der ein schnelles Erreichen optimaler Regelparameter ermöglicht.

**[0033]** Wird als Stellgröße ein additiver Geschwindigkeitsollwert, ein Drehzahlollwert, ein Geschwindigkeitsfaktor oder ein Drehzahlfaktor der Transporteinrichtung verwendet, kann eine besonders einfach ausgeführte Bahnspannungsregelung verwirklicht werden, die dennoch den Erfordernissen an eine hohe Bearbeitungsqualität genügt.

**[0034]** Wird in dem Bahnspannungsregler eine maschinengeschwindigkeitsbezogene Zykluszeit berücksichtigt, kann erreicht werden, dass auch bei niedrigen Geschwindigkeiten der Warenbahn die Bahnspannung innerhalb der für eine hohe Bearbeitungsqualität erforderlichen Grenzen bleibt. Hiermit wird der Effekt eines kontinuierlichen PI-Reglers vermieden, dass bei geringen Geschwindigkeiten und auch bei Stillstand der Integralanteil weiter wirkt und die Stellgröße aus dem geeigneten Bereich treiben kann.

#### Zeichnungen

**[0035]** Die Erfindung wird im Folgenden anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Transporteinrichtung für eine Warenbahn,

Figur 2 eine Kennlinie für eine geschwindigkeitsadaptive Regelung,

Figur 3 eine Kennlinie für eine regelabweichungsabhängige Regelung.

## Beschreibung der Ausführungsbeispiele

**[0036]** Figur 1 zeigt eine Transporteinrichtung 1 zur Bearbeitung einer Warenbahn 2 zwischen einer zuführenden Klemmstelle 10 und einer abführenden Klemmstelle 30 mit einem Bahnspannungsregler 3. An der zuführenden Klemmstelle 10 wird die Warenbahn 2 zwischen einer Andruckwalze 11 und einer Antriebswalze 12 geklemmt und mit definierter Geschwindigkeit der Bearbeitung zugeführt. Bei der Bearbeitung kann es sich beispielsweise um einen Druckvorgang handeln. Die Antriebswalze 12 wird von einem Motor 13 angetrieben, dessen Umdrehungsgeschwindigkeit und Winkelstellung mit einem Drehwinkelgeber 14 erfasst und dem Bahnspannungsregler 3 zugeführt werden. Der Bahnspannungsregler 3 steuert die Versorgungsspannung des Motors 13 und ist als PI-Regler ausgeführt.

**[0037]** Nach der Bearbeitung wird die Warenbahn 2 an einer abführenden Klemmstelle 30 mittels einer Andruckwalze 31 und einer Antriebswalze 32 bewegt. Die Antriebswalze 32 wird von einem Motor 33 angetrieben, dessen Welle mit einem Drehwinkelgeber 34 gekoppelt ist, der Daten zur Umdrehungsbewegung des Motors 33 dem Bahnspannungsregler 3 zuführt. In einer anderen Ausführungsform kann der Antrieb der Antriebswalzen 12, 32 durch Servosynchronmotore erfolgen, die aufgrund ihrer Funktionsweise die Verwendung von Drehwinkelgebern 14, 34 erübrigen. Die Steuerung der Umdrehungsgeschwindigkeit und des Drehwinkels der Motore 13, 33 erfolgt in diesem Fall über die Phase und Frequenz der Versorgungsspannung.

**[0038]** Der Istwert der Bahnspannung zwischen der zuführenden Klemmstelle 10 und der abführenden Klemmstelle 30 wird mit einem Messwertgeber 21 gemessen. Hierzu wird die Warenbahn 2 über eine Umlenkwalze 20 dem Messwertgeber 21 zugeführt und über eine zweite Umlenkwalze 22 zur weiteren Bearbeitung weitergeführt. Der Messwertgeber 21 kann beispielsweise als Kraftmessdose ausgeführt sein. Sein Ausgangssignal wird dem Bahnspannungsregler 3 als Istwert der Bahnspannung zugeführt.

**[0039]** In Figur 2 ist eine Kennlinie 50 für eine geschwindigkeitsadaptive Regelung dargestellt. Die Kennlinie 50 stellt den Verlauf der P-Verstärkung 51 über einer Leitachsgeschwindigkeit 54 dar. Die Leitachsgeschwindigkeit 54 ist dabei die Umfangsgeschwindigkeit einer Antriebswalze 12, 22 oder einer in der Transporteinrichtung 1 entlang der Warenbahn 2 davor oder danach angeordnete Antriebswalze. Die Leitachsgeschwindigkeit 54 kann sich in einer anderen Ausführungsform auch auf eine nicht real vorhandene Achse beziehen, sondern eine Rechengröße innerhalb des Bahnspannungsreglers 3 sein; in diesem Fall wird die Leitachse als "virtuelle Leitachse" bezeichnet. Auf die Leitachsgeschwindigkeit 54 bezieht der Bahnspannungsregler 3 die Steuerung und Regelung der anderen Antriebe. Die Kennlinie 50 ist so gewählt, dass die P-Verstärkung 51 unterhalb eines ersten Betriebspunktes 52 und oberhalb eines zweiten

Betriebspunktes 53 jeweils konstant ist. Hierdurch wird erreicht, dass im üblichen Betriebsbereich zwischen dem ersten Betriebspunkt 52 und dem zweiten Betriebspunkt 53 eine steile Kennlinie mit einer schnellen Ausregelung von Abweichungen gewählt werden kann, außerhalb des Bereiches aber dennoch für die Warenbahn 2 unschädliche Werte der Bahnspannung eingehalten werden.

**[0040]** Figur 3 zeigt eine Kennlinie 50, die eine von einer Regelabweichung 55 abhängige P-Verstärkung 51 vorgibt. In dieser Ausführung ist bei kleinen Abweichungen vom Sollwert eine flache Kennlinie 50 vorgesehen, während bei größeren Abweichungen eine steile Kennlinie 50 vorgesehen ist. Hierdurch kann erreicht werden dass bei geringen Abweichungen die Warenbahn 2 ruhig läuft und die Bearbeitungsqualität sehr hoch ist. Bei größeren Abweichungen wird die Bahnspannung schnell an den Sollwert herangeführt.

## Patentansprüche

- Verfahren zur Regelung der Bahnspannung einer mittels einer Transporteinrichtung (1) bewegten Warenbahn (2) mit einem Bahnspannungsregler (3) unter Bestimmung von Regelkreisparametern, wobei Antriebe der Transporteinrichtung (1) mittels einer virtuellen Leitachse gesteuert werden, wobei die Regelkreisparameter des Bahnspannungsreglers (3) gemäß einer als Funktion und/oder an mehreren Stützstellen vorgebbaren Kennlinie (50) in Abhängigkeit von einer Geschwindigkeit (54) der virtuellen Leitachse bestimmt werden, wobei mit dem Bahnspannungsregler (3) eine PI-Regelung vorgenommen wird und als Regelkreisparameter der Proportional- und/oder der Integral-Anteil des PI-Reglers bestimmt werden oder wobei mit dem Bahnspannungsregler (3) eine PID-Regelung vorgenommen wird und als Regelkreisparameter der Proportional- und/oder der Integral- und/oder der Differential-Anteil des PID-Reglers bestimmt werden.
- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Antrieb der Transporteinrichtung (1) in zumindest zwei Antriebsgruppen erfolgt, die von eigenen Antrieben angetrieben werden und deren Kopplung innerhalb des Steuerungs- und Antriebssystems auf elektronischer Basis erfolgt.

## Claims

- Method for controlling the web tension of a product web (2) moved by means of a transport device (1) by using a web tension controller (3) for determining control loop parameters, drives of the transport device (1) being controlled by means of a virtual master shaft,

wherein the control loop parameters of the web tension controller (3) are determined in accordance with a characteristic curve (50) that can be predefined as a function and/or at multiple reference points, depending on a speed (54) of the virtual master shaft, 5

wherein PI control is performed by the web tension controller (3), and the control loop parameters that are determined are the proportional and/or the integral term of the PI controller, or 10  
wherein PID control is performed by the web tension controller (3), and the control loop parameters that are determined are the proportional and/or the integral and/or the differential term of the PID controller. 15

2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the transport device (1) is driven in at least two drive groups, which are driven by their own drives and the coupling of which is carried out within the control and 20  
drive system on an electronic basis.

## Revendications 25

1. Procédé pour réguler la tension d'une nappe de matière (2) déplacée au moyen d'un dispositif de transport (1), à l'aide d'un régulateur (3) de tension de nappe après détermination de paramètres du circuit de régulation, des entraînements du dispositif de transport (1) étant commandés au moyen d'un axe directeur virtuel, les paramètres du circuit de régulation du régulateur (3) de tension de nappe étant déterminés selon une ligne caractéristique (50) pré-définissable en tant que fonction et au niveau de plusieurs emplacements d'appui, en fonction d'une vitesse (54) de l'axe directeur virtuel, 30  
une régulation IP étant effectuée au moyen du régulateur (3) de tension de nappe et/ou les parties proportionnelle et/ou intégrale du régulateur DIP étant déterminées en tant que paramètres du circuit de régulation ou 40  
une régulation DIP étant effectuée avec le régulateur (3) de tension de nappe et les parties proportionnelle et/ou intégrale et/ou différentielle du régulateur IP étant déterminées en tant que paramètres du circuit de régulation. 45
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'entraînement du dispositif de transport (1) s'effectue dans au moins deux groupes d'entraînement qui sont entraînés par des entraînements propres et dont le couplage s'effectue à l'intérieur du système de commande et d'entraînement de manière électronique. 50  
55

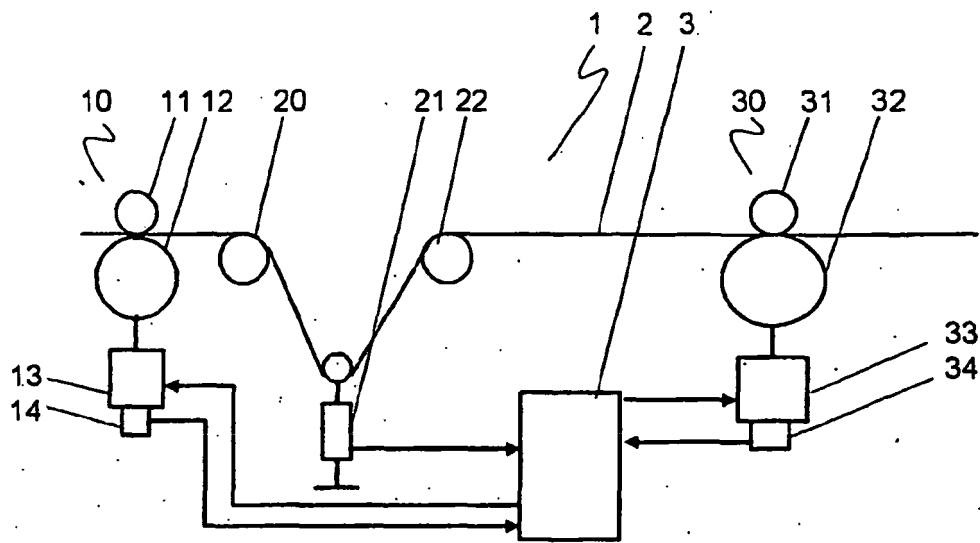


Fig. 1

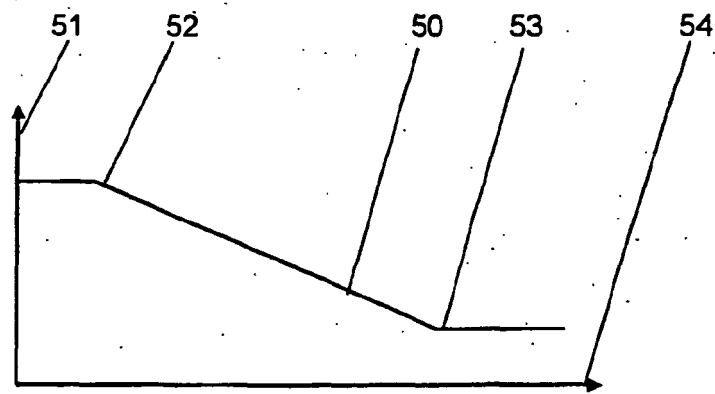


Fig. 2

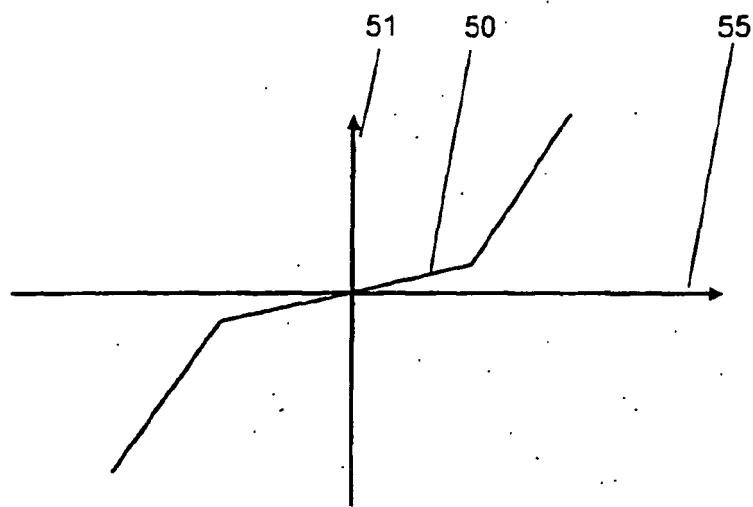


Fig. 3



**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 19834725 A1 [0005]
- DE 10201993 A1 [0006]
- DE 10322098 [0007]
- DE 3143545 A1 [0008]
- DE 3605168 A1 [0009]
- DE 10031529 A1 [0010]
- EP 0976674 A1 [0011]