

(19)



(11)

EP 2 304 103 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
19.07.2017 Patentblatt 2017/29

(51) Int Cl.:
D21F 5/04^(2006.01) D21G 9/00^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09769084.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2009/056241

(22) Anmeldetag: **22.05.2009**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/156235 (30.12.2009 Gazette 2009/53)

(54) BESTIMMUNG VON GESCHWINDIGKEITSRELATIONEN ZWISCHEN ANTRIEBSGRUPPEN EINER PAPIERMASCHINE

DETERMINATION OF SPEED RELATIONS BETWEEN DRIVING GROUPS OF A PAPER MACHINE

DÉTERMINATION DES RELATIONS DE VITESSE ENTRE GROUPES D'ENTRAÎNEMENT D'UNE MACHINE À PAPIER

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

(30) Priorität: **26.06.2008 DE 102008030340**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.04.2011 Patentblatt 2011/14

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft 80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **FRIES, Edgar**
91077 Neunkirchen am Brand (DE)
• **MICHAELIS, Gerd**
91096 Möhrendorf (DE)
• **REINSCHKE, Johannes**
90425 Nürnberg (DE)
• **SIEBER, Albrecht**
91096 Möhrendorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 795 893 WO-A-01/00924
US-A1- 2003 155 395

EP 2 304 103 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 betrifft ein Verfahren zur Bestimmung von Geschwindigkeitsrelationen zwischen Antriebsgruppen einer Papiermaschine sowie eine Papiermaschine mit zumindest einer Vortrockenpartie mit zumindest einer Antriebsgruppe, wobei die Antriebsgruppen der Vortrockenpartie jeweils zumindest einen Trockenzylinder zum Trocknen einer Papierbahn aufweisen.

[0002] Die Erfindung betrifft weiter ein Computerprogramm zur Durchführung eines derartigen Verfahrens sowie ein Computerprogrammprodukt mit einem derartigen Computerprogramm.

[0003] Ein derartiges Verfahren kommt auf dem Gebiet der Papierherstellung zum Einsatz. In oft vorkommenden Konstellationen einer Papiermaschine befindet sich nach einer Vortrockenpartie eine Leimpresse und danach eine Nachtrockenpartie. In einigen Fällen - wie z.B. in Newsprintmaschinen - existiert allerdings auch lediglich eine Vortrockenpartie ohne Leimpresse und Nachtrockenpartie. Die Vortrockenpartie und die optionale Nachtrockenpartie bestehen üblicherweise jeweils aus mehreren dampfbeheizten Trockenzylindern. Dabei werden typischerweise jeweils mehrere hintereinander liegende Trockenzylinder zusammen in einer Antriebsgruppe mit gleicher Geschwindigkeit angetrieben, also z.B. die Trockenzylinder in der Vortrockenpartie in m Antriebsgruppen und die Trockenzylinder der Nachtrockenpartie in n Antriebsgruppen.

[0004] In diesen Trockengruppen einer Papiermaschine wird eine Papierbahn - ausgehend von einer Anfangsfeuchte - auf eine bestimmte Endfeuchte getrocknet. Die Bahn ändert dabei ihre Eigenschaften, unter anderem auch das Elastizitätsmodul, welches über eine Funktion direkt vom Feuchtegehalt abhängt. Um eine gleichmäßige Bahnspannung (auch als Bahnzug bezeichnet) aufrechtzuerhalten, die für die Qualitätsparameter der Ware ebenso wichtig ist wie für die Stabilität des Bahnlaufs (möglichst keine Überdehnung, wenige Abrisse; es wird aber auch ein gewisser Mindestzug benötigt, damit die Führung der Bahn an den umschlungenen Walzen gewährleistet ist und Falten vermieden werden), müssen die Geschwindigkeiten der einzelnen Trockengruppen dem Trocknungsprofil angepasst werden.

[0005] Das technische Problem besteht nun darin, wie die Geschwindigkeits-Sollwerte, insbesondere die Differenz- oder Relations-Sollwerte, der Antriebsgruppen der Vortrockenpartie (und ggf. auch der Nachtrockenpartie) einzustellen sind. Nach gegenwärtigem Stand der Technik müssen Abweichungen im Bahnzug vom Bediener nach Sicht oder durch Befühlen erkannt und von Hand über die Geschwindigkeitsrelationen der Antriebsgruppen nachgestellt werden.

[0006] Aus US 2003/0155395 A1 ist allerdings auch schon eine Lösung beschrieben, bei der eine Bahnfeuchte oder eine Bahnspannung gemessen wird und aus einem Minimal- und Maximalwert eines über die Breite der Papierbahn gemessenen Feuchtigkeitsprofils ein Fens-

ter für die erlaubte Bahnspannung abgeleitet wird, wobei die Geschwindigkeitsrelationen so angepasst werden, dass die Bahnspannung innerhalb des erlaubten Fensters liegt.

[0007] Nebenbei ist aus EP 1 795 893 A1 ein Verfahren zur Bestimmung der Dehnungseigenschaft einer Faserstoffbahn bekannt, bei dem die Dehnungseigenschaft aus der gemessenen Zugkraft und der Differenzgeschwindigkeit zwischen zwei Walzen berechnet wird.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Geschwindigkeitsrelationen von Antriebsgruppen einer Papiermaschine automatisch zu bestimmen.

[0009] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Bestimmung von Geschwindigkeitsrelationen zwischen Antriebsgruppen einer Papiermaschine, wobei die Papiermaschine zumindest eine Vortrockenpartie mit zumindest einer Antriebsgruppe aufweist und wobei die Antriebsgruppen der Vortrockenpartie jeweils zumindest einen Trockenzylinder zum Trocknen einer Papierbahn aufweisen, mit den folgenden Schritten:

- Bereitstellung von Messwerten wie insbesondere von Geschwindigkeiten der Antriebsgruppen, einer flächebezogenen Masse der Papierbahn, von Feuchtemessungen nach dem letzten Trockenzylinder der Vortrockenpartie und/oder von Dampfdrücken in den Trockenzylindern,
- Berechnung von Bahnfeuchten der Papierbahn nach jedem Trockenzylinder aus den Messwerten,
- Berechnung zumindest einer Bahndehnung aus einem Elastizitätsmodul und zumindest einer vorgebbaren Soll-Bahnspannung und

[0010] trockenpartie mit zumindest einer Antriebsgruppe aufweist und wobei die Antriebsgruppen der Vortrockenpartie jeweils zumindest einen Trockenzylinder zum Trocknen einer Papierbahn aufweisen, mit den folgenden Schritten:

- Bereitstellung von Messwerten von Geschwindigkeiten der Antriebsgruppen, einer flächebezogenen Masse der Papierbahn, von Feuchtemessungen nach dem letzten Trockenzylinder der Vortrockenpartie und/oder von Dampfdrücken in den Trockenzylindern,
- Berechnung von Bahnfeuchten der Papierbahn nach jedem Trockenzylinder aus den Messwerten,
- Berechnung zumindest einer Bahndehnung aus einem Elastizitätsmodul und zumindest einer vorgebbaren Soll-Bahnspannung und
- Berechnung der Geschwindigkeitsrelationen aus der zumindest einen Bahndehnung.

[0011] Die Aufgabe wird weiter gelöst durch eine Papiermaschine, ein Computerprogramm sowie ein Computerprogrammprodukt mit den in Anspruch 5, 6 bzw. 7 angegebenen Merkmalen.

[0012] Durch die erfindungsgemäße Bereitstellung

von Messwerten von aktuellen Prozessgrößen wie Bahnfeuchten, Flächengewicht, Materialgeschwindigkeit, Verdampfungsfläche, Dampfdruck und -menge, Anlagegeometrie usw. werden die für die Bestimmung der Geschwindigkeitsrelationen benötigten Messwerte an geeigneter Stelle - wie z.B. in einem Computerprogramm - zur Verfügung gestellt. Dabei liegen diese Messwerte typischerweise bereits ohnehin in verschiedenen Teilen der Anlage vor. Nur für den Fall, dass in einer speziellen Papiermaschine zumindest einer dieser benötigten Messwerte nicht vorliegen sollte, schließt die Bereitstellung der Messwerte auch eine Messung der betreffenden Messwerte ein.

[0013] Erfindungsgemäß wird in einem so genannten "Trocknungsmodell" aus den bereitgestellten Messwerten die relative Feuchte u_i der Papierbahn nach jedem Zylinder i der Vortrockenpartie berechnet. Dabei ist die Papierbahnfeuchte an einem Ort

[0014] Über ein feuchteabhängiges Elastizitätsmodul (E-Modul), das z.B. aus einer Labormessung bekannt ist, kann aus einer vorgegebenen Soll-Bahnspannung σ die notwendige Bahndehnung ε berechnet werden, aus der sich dann wiederum die Geschwindigkeitsrelationen zwischen den einzelnen Antriebsgruppen berechnen lassen. Dabei muss die Soll-Bahnspannung σ nicht in der gesamten Vor- und Nachtrockenpartie konstant sein, sondern zwischen den einzelnen Antriebsgruppen variieren, da die Bahn in der Vortrockenpartie mit zunehmender Trocknung erst die für eine größere Bahnspannung erforderliche Festigkeit erlangt.

[0015] Die Trockenkurve der Papierbahn über die einzelnen Trockenzylinder ist insbesondere nach Stillständen oder Abrissen anders als im "eingeschwungenen Zustand": Nach kurzen Stillständen (z.B. nach Abrissen), während derer sich die Trockenzylinder in der Regel (etwas) aufheizen, weist die nachfolgend produzierte Papierbahn ein niedrigeres Feuchteprofil auf (das heißt die Feuchte u_i am Zylinder i ist niedriger als normal). Nach langen Stillständen, in denen die Dampfdrücke der Trockenzylinder heruntergefahren werden, sind unter Umständen die Zylinder noch nicht auf "Betriebstemperatur", und das Feuchteprofil der nachfolgend produzierten Papierbahn ist höher als normal. So muss der Anlagenfahrer die Geschwindigkeitsrelationen beim Anfahren an die sich ändernden Verhältnisse anpassen.

[0016] Wenn die Bahndehnung (bzw. die Geschwindigkeitsrelationen) falsch eingestellt ist, kann dies bei zu starker Dehnung zu Bahnabrissen führen und bei zu niedriger Dehnung zu Bahnflattern, das eine schlechte Papierqualität und unter Umständen auch Abrisse zur Folge haben kann. Durch die erfindungsgemäße Lösung werden Änderungen im Feuchteprofil erkannt und die daraus resultierenden veränderten Geschwindigkeitsrelationen zwischen den Antriebsgruppen automatisch bestimmt. Dies bringt den großen Vorteil mit sich, dass die Qualität der erzeugten Papierbahn nicht mehr unter anderem von der Erfahrung und Aufmerksamkeit eines Bedieners (Anlagenfahrers) abhängig ist, sondern nun-

mehr eine durch eine gleichmäßige Bahndehnung bedingte gleich bleibende Qualität zuverlässig gewährleistet ist.

[0017] In einer vorteilhaften Form der Ausgestaltung werden - wobei die Papiermaschine eine Leimpresse und eine Nachtrockenpartie mit jeweils zumindest einer Antriebsgruppe aufweist, wobei die Antriebsgruppen der Nachtrockenpartie zumindest einen Trockenzylinder zum Trocknen der Papierbahn aufweisen - Messwerte von Geschwindigkeiten der Antriebsgruppen, von Feuchtemessungen nach dem letzten Trockenzylinder der Nachtrockenpartie, von einem Massenfluss der aufgetragenen Leimmenge sowie von einem Wasserauftrag in der Leimpresse bereitgestellt und die Bahnfeuchte zwischen Leimpresse und Nachtrockenpartie aus der Feuchtemessung nach dem letzten Trockenzylinder der Vortrockenpartie und dem Wasserauftrag berechnet. Auf diese Weise können die Geschwindigkeitsrelationen auch für Papiermaschinen mit Leimpresse und Nachtrockenpartie zwischen sämtlichen Antriebsgruppen automatisch bestimmt werden.

[0018] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform wird das Elastizitätsmodul aus den Bahnfeuchten, je einer vor und nach der Leimpresse gemessenen Bahnspannung und der aus den Geschwindigkeiten der beteiligten Antriebsgruppen bestimmten Dehnung berechnet. Die Berechnung erfolgt dabei über ein weiteres Modell ("E-Modul-Modell"). Hierdurch werden Unsicherheiten vermieden, die aus der Verwendung einer Labormessung für das feuchteabhängige Elastizitätsmodul resultieren, da dies voraussetzt, dass die Eigenschaft (des E-Moduls) hinreichend konstant ist (was allerdings bei z.B. Newsprintmaschinen gewöhnlich der Fall ist). Da bei dieser Ausführungsform das feuchteabhängige E-Modul aus laufenden Messwerten der Papierbahn berechnet wird, passt sich das erfindungsgemäße Verfahren auch Veränderungen des E-Moduls in der Papierbahn automatisch an (vollständig adaptiv).

[0019] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform werden die Geschwindigkeitsrelationen zwischen den Antriebsgruppen automatisch eingestellt. Das heißt, die aus den Bahndehnungen berechneten Geschwindigkeitsrelationen werden der Antriebsregelung als Sollwerte vorgegeben. Die verfügbaren Messdaten unterschiedlicher und bisher nur getrennt betrachteten Teile der Anlage werden somit geeignet verknüpft, um eine für die Qualität des Produkts und die Verfügbarkeit des Prozesses vorteilhafte Einstellung zu erreichen, die bisher vom Bediener manuell (näherungsweise) eingestellt werden musste. Aufgrund der durch kontinuierliche Messungen erhaltenen Prozessdaten ist das Verfahren automatisch adaptiv und hat eine hohe Zuverlässigkeit.

[0020] Im Folgenden wird die Erfindung anhand der in den FIGuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher beschrieben und erläutert. Es zeigen:

FIG 1 eine schematische Darstellung von Antriebsgruppen einer Papiermaschine,

- FIG 2 das Elastizitätsmodul in Abhängigkeit von der Bahnfeuchte,
 FIG 3 die Bahnspannung in Abhängigkeit von der Bahndehnung.

[0021] FIG 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Papiermaschine mit einer Vortrockenpartie (PDS, "Pre-Dryer Section"), einer Leimpresse (SP, "Size Press") und einer Nachtrockenpartie (ADS, "After-Dryer Section"). Die Vortrockenpartie PDS und die Nachtrockenpartie ADS bestehen jeweils aus mehreren dampf-beheizten Trockenzylindern Z. Jeweils mehrere hintereinander liegende Trockenzylinder Z werden zusammen in einer Antriebsgruppe PDS_m-1, PDS_m, ADS_1, ADS_2, ADS_n mit gleicher Geschwindigkeit angetrieben, also z.B. die Trockenzylinder Z in der Vortrockenpartie PDS in m Antriebsgruppen PDS_m-1, PDS_m und die Trockenzylinder Z der Nachtrockenpartie ADS in n Antriebsgruppen ADS_1, ADS_2, ADS_n.

[0022] In Trockengruppen PDS, ADS einer Papiermaschine wird eine Papierbahn PB ausgehend von einer Anfangsfeuchte auf eine bestimmte Endfeuchte getrocknet. Da die Bahn PB dabei ihre Eigenschaften wie z.B. das Elastizitätsmodul, das direkt vom Feuchtegehalt abhängt, ändert, müssen die Geschwindigkeiten der einzelnen Trockengruppen PDS, ADS dem Trocknungsprofil angepasst werden, um eine gleichmäßige Bahnspannung σ (auch als Bahnzug bezeichnet) aufrechtzuerhalten, die für die Qualitätsparameter der Ware ebenso wichtig ist für die Stabilität des Bahnlaufs (möglichst keine Überdehnung, wenige Abrisse).

[0023] Durch die erfindungsgemäße Lösung werden die für zumindest eine vorgegebene Soll-Bahnspannung σ zur Einstellung notwendigen Geschwindigkeitsrelationen berechnet. Dabei muss die Soll-Bahnspannung σ nicht in der gesamten Vor- und Nachtrockenpartie PDS, ADS konstant sein, sondern muss zwischen den einzelnen Antriebsgruppen PDS_m-1, PDS_m, ADS_1, ADS_2, ADS_n variieren, d.h. dem Trocknungsverlauf angepasst werden, welcher mit einer Schrumpfung einhergeht.

[0024] Der Bahnzug σ_{PDS_m} nach der letzten Antriebsgruppe PDS_m der Vortrockenpartie PDS vor der Leimpresse SP wird in einem Regelkreis durch die Vorgabe der Geschwindigkeitsrelation v_{SP} / v_{PDS_m} - das heißt dem Verhältnis der Geschwindigkeiten der Antriebsgruppen SP und PDS_m - eingestellt. Die Bahnfeuchte u_{PDS_m} liegt als Messwert vor. Analog wird der Bahnzug σ_{ADS_0} vor der ersten Antriebsgruppe ADS_1 der Nachtrockenpartie ADS in einem Regelkreis durch die Vorgabe der Geschwindigkeitsrelation v_{ADS_1} / v_{SP} - das heißt dem Verhältnis der Geschwindigkeiten der Antriebsgruppen ADS_1 und SP - eingestellt. Die Bahnfeuchte u_{ADS_0} lässt sich aus der gemessenen Bahnfeuchte u_{PDS_m} und dem in der Regel bekannten Wasserauftrag in der Leimpresse SP berechnen. (Der Wasserauftrag in der Leimpresse SP lässt sich z.B. aus dem Frischwasserverbrauch der Leimpres-

se SP ermitteln.)

[0025] Analog werden die über die mit dem Trocknungsmodell berechneten Bahnfeuchten bestimmten Geschwindigkeitsrelationen zwischen allen Antriebsgruppen PDS_m-1, PDS_m, ADS_1, ADS_2, ADS_n eingestellt, so dass die Geschwindigkeiten der einzelnen Antriebsgruppen PDS_m-1, PDS_m, ADS_1, ADS_2, ADS_n vorteilhafterweise automatisch an Veränderungen im Trocknungsprofil einer Papierbahn PB angepasst werden. Hierdurch werden Bahnabrisse und Bahnflat-tern verhindert und somit die Zuverlässigkeit der Papiermaschine bei gleichbleibend guter Papierqualität erhöht.

[0026] FIG 2 zeigt das Elastizitätsmodul E in Abhängigkeit von der Bahnfeuchte u. Zur Ermittlung der Kennlinie E(u) mittels eines so genannten "E-Modul-Modells" werden die Punkte A und B ermittelt, wobei A die Feuchte und Bahnelastizität unmittelbar vor der Leimpresse SP repräsentiert (= trocken) und B dasselbe unmittelbar nach der Leimpresse SP (= feucht). Dabei wird die Bahnfeuchte u_{PDS_m} vor der Leimpresse SP gemessen und die Bahnfeuchte u_{ADS_0} nach der Leimpresse SP aus dem in der Regel bekannten Wasserauftrag in der Leimpresse SP berechnet. Um die zugehörigen E-Werte zu bestimmen, wird zudem vor und nach der Leimpresse SP die Bahnspannung σ gemessen und die Dehnung der Bahn PB aus den Geschwindigkeiten der beteiligten Antriebsgruppen PDS_m, SP, ADS_0 bestimmt. (Optional kann die Kennlinie gemäß dieser Figur auch als Labormessung verwendet werden, falls diese Eigenschaft der Papierbahn PB hinreichend konstant bleibt).

[0027] Gemäß dem E-Modul-Modell verlaufen die Kennlinien während des Verlaufs der Papierbahn PB durch Vortrockenpartie PDS, Leimpresse SP und Nachtrockenpartie ADS innerhalb des durch die schraffierten Linien gekennzeichneten Bereichs, wie in der Sprechblase angedeutet. Der Zustand der Papierbahn PB im E(u)-Diagramm verläuft zunächst während der Vortrockenpartie PDS vom Punkt B zum Punkt A, da die zugehörige Bahnfeuchte u_{PDS} kontinuierlich abnimmt. Während des Durchgangs durch die Leimpresse SP nimmt die entsprechende Bahnfeuchte u_{SP} wieder zu und schließlich die Bahnfeuchte u_{ADS_0} in der Nachtrockenpartie ADS wieder ab - entsprechend einer Zustandsbewegung von A nach B und wieder zurück.

[0028] Anhand des mittels des besagten Modells bestimmten Elastizitätsmoduls E in Abhängigkeit von der Bahnfeuchte u (oder optional mittels einer Laborkennlinie) kann nun in einem nächsten Schritt die Bahndehnung ϵ zu einer vorgegebenen Soll-Bahnspannung σ errechnet werden, wie in der nächsten Figur gezeigt ist.

[0029] FIG 3 zeigt die Bahnspannung σ in Abhängigkeit von der Bahndehnung ϵ für verschiedene Bahnfeuchten u. Dabei beginnen die den verschiedenen Bahnfeuchten u entsprechenden Halbgeraden nur für den Fall einer trockenen Papierbahn PB mit der Bahnfeuchte u_1 im Ursprung. Es ist bekannt, dass sich die Papierbahn PB im spannungslosen Zustand ($\sigma = 0$) in Länge und Breite verändert, wenn die Feuchte u verän-

dert wird. In MaschinenRichtung nimmt die Länge der Papierbahn PB zu, wenn - ausgehend von einer "absolut trockenen (atro)" Papierbahn PB - Feuchte zugeführt wird, wie es z.B. bei der Leimpresse SP der Fall ist. Dies ist in der FIGur durch die feuchteabhängigen Bahn-
 5 dehnungen ε im zugfreien Zustand - $\varepsilon(\sigma = 0, u_1)$, $\varepsilon(\sigma = 0, u_2)$,... - dargestellt, wobei $u_4 > u_3 > u_2 > u_1$ gilt. Die gestrichelten Linien sind die Halbgeraden für die Bahnfeuchten u_{PDS_m} im Punkt A und u_{ADS_0} im Punkt B der FIG. 2.

[0030] Um die Bahndehnung ε zu einer vorgegebenen Soll-Bahnspannung σ zu ermitteln, muss nun nur noch für die jeweilige Bahnfeuchte u die zu der Soll-Bahnspannung σ gehörende Bahndehnung ε bestimmt werden, wie dies in der FIGur durch die gepunkteten Pfeile gezeigt ist. Aus diesen jeweiligen Bahndehnungen ε können die Geschwindigkeitsrelationen zwischen den einzelnen Antriebsgruppen PDS_m-1, PDS_m, ADS_1, ADS_2, ADS_n berechnet werden und der Antriebsregelung als Sollwerte vorgegeben werden. Auf diese Weise können die Geschwindigkeitsrelationen zwischen den Antriebsgruppen PDS_m-1, PDS_m, ADS_1, ADS_2, ADS_n automatisch so eingestellt werden, dass die Bahnspannung σ der Papierbahn PB weder zu hoch ist (Gefahr des Bahnabrisses) noch zu niedrig ist (Gefahr des Bahnflatterns).
 10 15 20 25

[0031] Zusammenfassend betrifft die Erfindung eine Papiermaschine mit zumindest einer Vortrockenpartie mit zumindest einer Antriebsgruppe, wobei die Antriebsgruppen zumindest einen Trockenzylinder zum Trocknen einer Papierbahn aufweisen. Um die Geschwindigkeitsrelationen zwischen den Antriebsgruppen automatisch zu bestimmen, wird ein Verfahren mit den folgenden Schritten vorgeschlagen:
 30

- Bereitstellung von Messwerten wie insbesondere von Geschwindigkeiten der Antriebsgruppen, einer flächebezogenen Masse der Papierbahn, von Feuchtemessungen nach dem letzten Trockenzylinder der Vortrockenpartie und/oder von Dampfdrücken in den Trockenzylindern,
 35 40
- Berechnung von Bahnfeuchten der Papierbahn nach jedem Trockenzylinder aus den Messwerten,
- Berechnung zumindest einer Bahndehnung aus einem feuchteabhängigen Elastizitätsmodul und zumindest einer vorgebbaren Soll-Bahnspannung und
 45
- Berechnung der Geschwindigkeitsrelationen aus der zumindest einen Bahndehnung.

[0032] Durch die erfindungsgemäße Lösung werden die aus Änderungen im Feuchteprofil resultierenden veränderten Geschwindigkeitsrelationen zwischen den Antriebsgruppen für eine gleichmäßige Bahndehnung automatisch bestimmt.
 50

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung von Geschwindigkeitsrelationen zwischen Antriebsgruppen (PDS_m-1, PDS_m) einer Papiermaschine, wobei die Papiermaschine zumindest eine Vortrockenpartie (PDS) mit zumindest einer Antriebsgruppe (PDS_m-1, PDS_m) aufweist und wobei die Antriebsgruppen (PDS_m-1, PDS_m) der Vortrockenpartie (PDS) jeweils zumindest einen Trockenzylinder (Z) zum Trocknen einer Papierbahn (PB) aufweisen, mit den folgenden Schritten:
 5 10

- Bereitstellung von Messwerten von Geschwindigkeiten der Antriebsgruppen (PDS_m-1, PDS_m), einer flächebezogenen Masse der Papierbahn (PB), von Feuchtemessungen nach dem letzten Trockenzylinder (Z) der Vortrockenpartie (PDS) und/oder von Dampfdrücken in den Trockenzylindern (Z),
- Berechnung von Bahnfeuchten (u) der Papierbahn (PB) nach jedem Trockenzylinder (Z) aus den Messwerten,
- Berechnung zumindest einer Bahndehnung (ε) aus einem feuchteabhängigen Elastizitätsmodul (E) und zumindest einer vorgebbaren Soll-Bahnspannung (σ) und
- Berechnung der Geschwindigkeitsrelationen aus der zumindest einen Bahndehnung (ε)

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Papiermaschine eine Leimpresse (SP) und eine Nachtrockenpartie (ADS) mit jeweils zumindest einer Antriebsgruppe (SP, ADS_1, ADS_2, ADS_n) aufweist, wobei die Antriebsgruppen (ADS_1, ADS_2, ADS_n) der Nachtrockenpartie (ADS) zumindest einen Trockenzylinder (Z) zum Trocknen der Papierbahn (PB) aufweisen, und
 35 40

- wobei Messwerte von Geschwindigkeiten der Antriebsgruppen (SP, ADS_1, ADS_2, ADS_n) der Leimpresse (SP) und der Nachtrockenpartie (ADS), von Feuchtemessungen nach dem letzten Trockenzylinder (Z) der Nachtrockenpartie (ADS), von einem Massenfluss der aufgetragenen Leimenge sowie von einem Wasserauftrag in der Leimpresse (SP) bereitgestellt werden und
- wobei die Bahnfeuchte (u_{ADS_0}) zwischen Leimpresse (SP) und Nachtrockenpartie (ADS) aus der Feuchtemessung nach dem letzten Trockenzylinder (Z) der Vortrockenpartie (PDS) und dem Wasserauftrag berechnet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei das Elastizitätsmodul (E) aus den Bahnfeuchten (u), je einer vor und nach der Leimpresse (SP) gemessenen Bahnspannung (σ) und der aus den
 55

Geschwindigkeiten der beteiligten Antriebsgruppen (PDS_m, SP, ADS_1) bestimmten Dehnung (ε) berechnet wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Geschwindigkeitsrelationen zwischen den Antriebsgruppen (PDS_m-1, PDS_m, SP, ADS_1, ADS_2, ADS_n) automatisch eingestellt werden. 5
5. Papiermaschine mit zumindest einer Vortrockenpartie (PDS) mit zumindest einer Antriebsgruppe (PDS_m-1, PDS_m), wobei die Antriebsgruppen (PDS_m-1, PDS_m) zumindest einen Trockenzylinder (Z) zum Trocknen einer Papierbahn (PB) aufweisen, sowie mit Mitteln zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4. 10
6. Computerprogramm zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4 auf einer Papiermaschine nach Anspruch 5. 20
7. Computerprogrammprodukt mit einem Computerprogramm nach Anspruch 6. 25

Claims

1. Method for determining speed ratios between drive groups (PDS_m-1, PDS_m) of a paper machine, wherein the paper machine has at least one predryer section (PDS) with at least one drive group (PDS_m-1, PDS_m) and wherein the drive groups (PDS_m-1, PDS_m) of the predryer section (PDS) each have at least one drying cylinder (Z) for drying a paper web (PB), having the following steps:
 - providing measured values of speeds of the drive groups (PDS_m-1, PDS_m), of a area density of the paper web (PB), of moisture measurements following the last drying cylinder (Z) of the predryer section (PDS) and/or of vapour pressures in the drying cylinders (Z),
 - calculating web moisture (u) in the paper web (PB) following each drying cylinder (Z) from the measured values,
 - calculating at least one web expansion (ε) from a moisture-dependent elasticity module (E) and at least one predeterminable target web tension (σ) and
 - calculating the speed ratios from the at least one web expansion (ε).
2. Method according to claim 1, wherein the paper machine has a size press (SP) and a final dryer section (ADS) with in each case at least one drive group (SP, ADS_1, ADS_2, ADS_n), wherein the drive groups (ADS_1, ADS_2, ADS_n)

of the final dryer section (ADS) have at least one drying cylinder (Z) for drying the paper web (PB), and

- wherein measured values of speeds of the drive groups (SP, ADS_1, ADS_2, ADS_n) of the size press (SP) and of the final dryer section (ADS), of moisture measurements following the last drying cylinder (Z) of the final dryer section (ADS), of a mass flow of the amount of glue applied and of an application of water in the size press (SP) are provided and
- wherein the web moisture (u_ADS_0) between the size press (SP) and final dryer section (ADS) is calculated from the moisture measurement following the last drying cylinder (Z) of the predryer section (PDS) and the application of water.

3. Method according to claim 2, wherein the elasticity module (E) is calculated from the web moisture (u), from each web tension (σ) measured before and after the size press (SP) and the expansion (ε) determined from the speeds of the drive groups (PDS_m, SP, ADS_1) involved.

4. Method according to one of the preceding claims, wherein the speed ratios between the drive groups (PDS_m-1, PDS_m, SP, ADS_1, ADS_2, ADS_n) are adjusted automatically.

5. Paper machine with at least one predryer section (PDS) having at least one drive group (PDS_m-1, PDS_m), wherein the drive groups (PDS_m-1, PDS_m) have at least one drying cylinder (Z) for drying a paper web (PB), and having means for carrying out a method according to one of claims 1 to 4.

6. Computer program for carrying out a method according to one of claims 1 to 4 on a paper machine according to claim 5.
7. Computer program product with a computer program according to claim 6.

Revendications

1. Procédé de détermination de relations de vitesse entre des groupes (PDS_m-1, PDS_m) d'entraînement d'une machine à papier, la machine à papier ayant au moins une partie (PDS) de pré-séchage ayant au moins un groupe (PDS_m-1, PDS_m) d'entraînement et dans lequel les groupes (PDS_m-1, PDS_m) d'entraînement, de la partie (PDS) de pré-séchage ont chacun au moins un cylindre (Z) de séchage, pour le séchage d'une bande (PB) de papier, comprenant les stades suivants :

- mise à disposition de valeurs de mesure de

- vitesses des groupes (PDS_m-1, PDS_m) d'entraînement, d'une masse rapportée à la surface de la bande (PB) de papier, de mesures d'humidité après le dernier cylindre (Z) de séchage de la partie (PDS) de pré-séchage et/ou de tensions de vapeur dans les cylindres (Z) de séchage,
- calcul d'humidités (u) de la bande (PB) de papier, après chaque cylindre (Z) de séchage, à partir des valeurs de mesure,
 - calcul d'au moins un allongement (ε) de la bande à partir d'un module (E) d'élasticité dépendant de l'humidité et d'au moins une tension (σ) de bande de consigne pouvant être donnée à l'avance et
 - calcul des relations de vitesse à partir du au moins un allongement (ε) de la bande.
2. Procédé suivant la revendication 1, dans lequel la machine à papier a une presse encolleuse (SP) et une partie (ADS) de post-séchage, ayant respectivement au moins un groupe (SP, ADS_1, ADS_2, ADS_n) d'entraînement, les groupes (ADS_1, ADS_2, ADS_n) d'entraînement de la partie (ADS) de post-séchage ayant au moins un cylindre (Z) de séchage pour sécher la bande (PB) de papier et
- dans lequel on met à disposition des valeurs de mesure de vitesses des groupes (SP, ADS_1, ADS_2, ADS_n) d'entraînement de la presse encolleuse (SP) et de la partie (ADS) de post-séchage, de mesures d'humidité après le dernier cylindre (Z) de séchage de la partie (ADS) de post-séchage, d'un flux massique de la quantité de colle déposée ainsi que d'un apport d'eau à la presse encolleuse (SP) et
 - dans lequel on calcule l'humidité (u_ADS_0) de la bande entre la presse encolleuse (SP) et la partie (ADS) de post-séchage, à partir de la mesure d'humidité après le dernier cylindre (Z) de séchage de la partie (PDS) de pré-séchage et de l'apport d'eau.
3. Procédé suivant la revendication 2, dans lequel on calcule le module (E) d'élasticité à partir des humidités (u) de la bande, respectivement d'une tension (σ) de la bande mesurée avant et après la presse encolleuse (SP) et de l'allongement (ε) déterminé à partir des vitesses des groupes (PDS_m, SP, ADS_1) d'entraînement concernés.
4. Procédé suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel les relations de vitesse entre les groupes (PDS_m-1, PDS_m, SP, ADS_1, ADS_2, ADS_n) d'entraînement sont réglées automatiquement.
5. Machine à papier, comprenant au moins une partie (PDS) de pré-séchage, ayant au moins un groupe (PDS_m-1, PDS_m) d'entraînement, les groupes (PDS_m-1, PDS_m) d'entraînement ayant au moins un cylindre (Z) de séchage, pour sécher une bande (PB) de papier ainsi que des moyens pour effectuer un procédé suivant l'une des revendications 1 à 4.
6. Programme d'ordinateur pour effectuer un procédé suivant l'une des revendications 1 à 4, sur une machine à papier suivant la revendication 5.
7. Produit de programme d'ordinateur comprenant un programme d'ordinateur suivant la revendication 6.

FIG 1

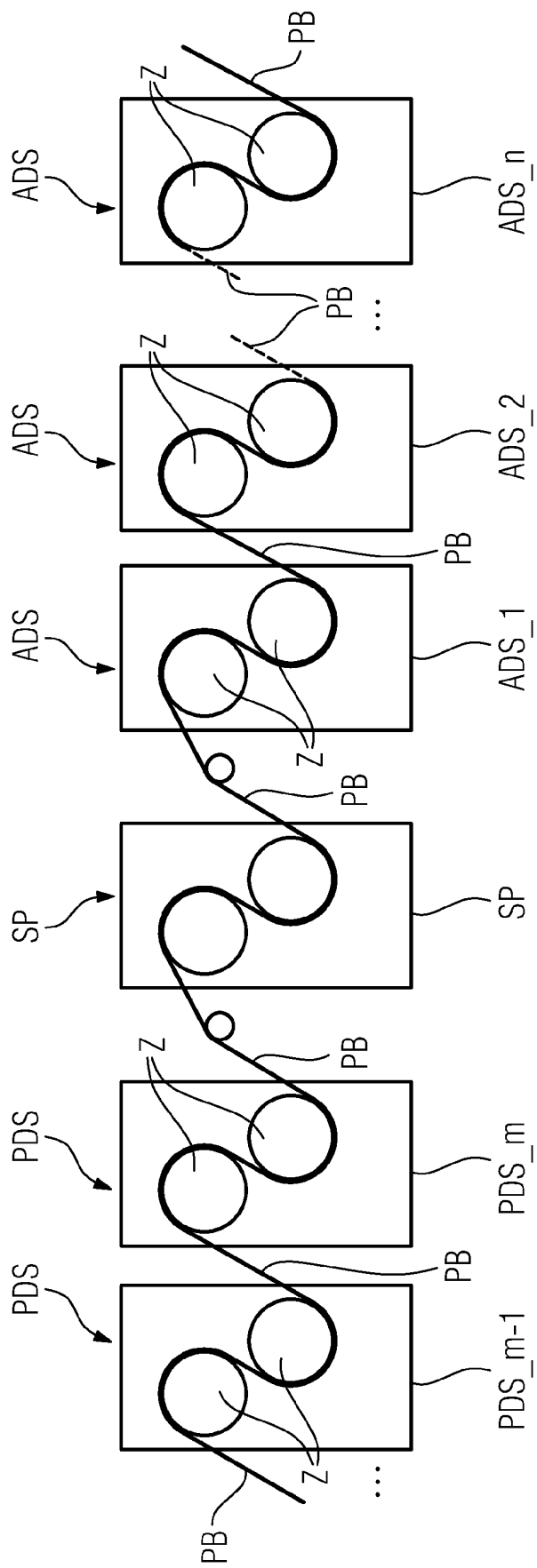


FIG 2

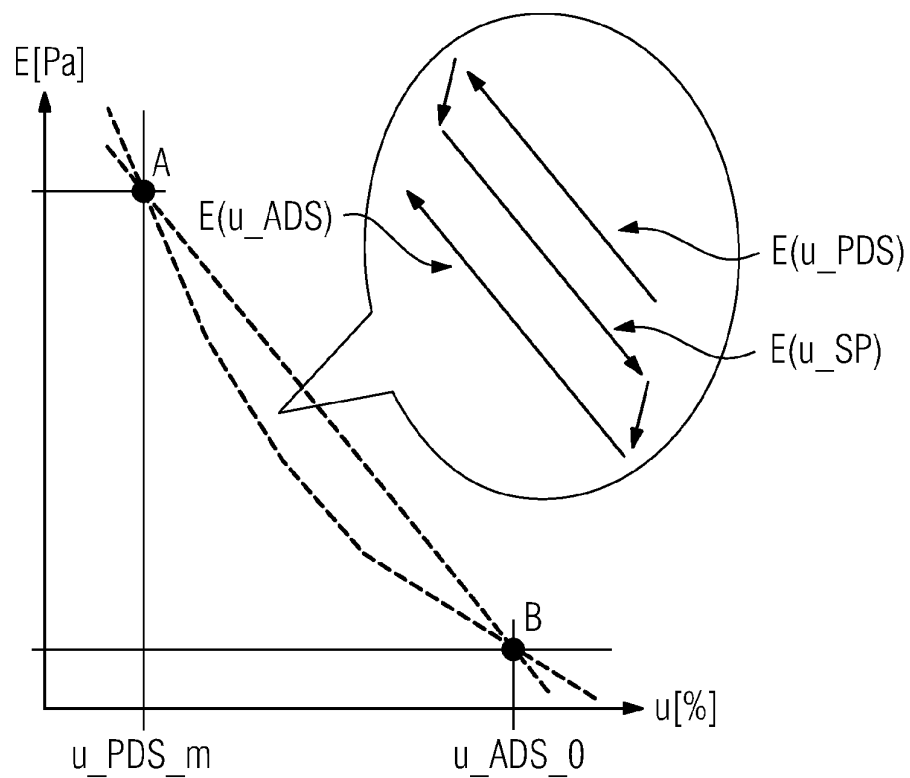
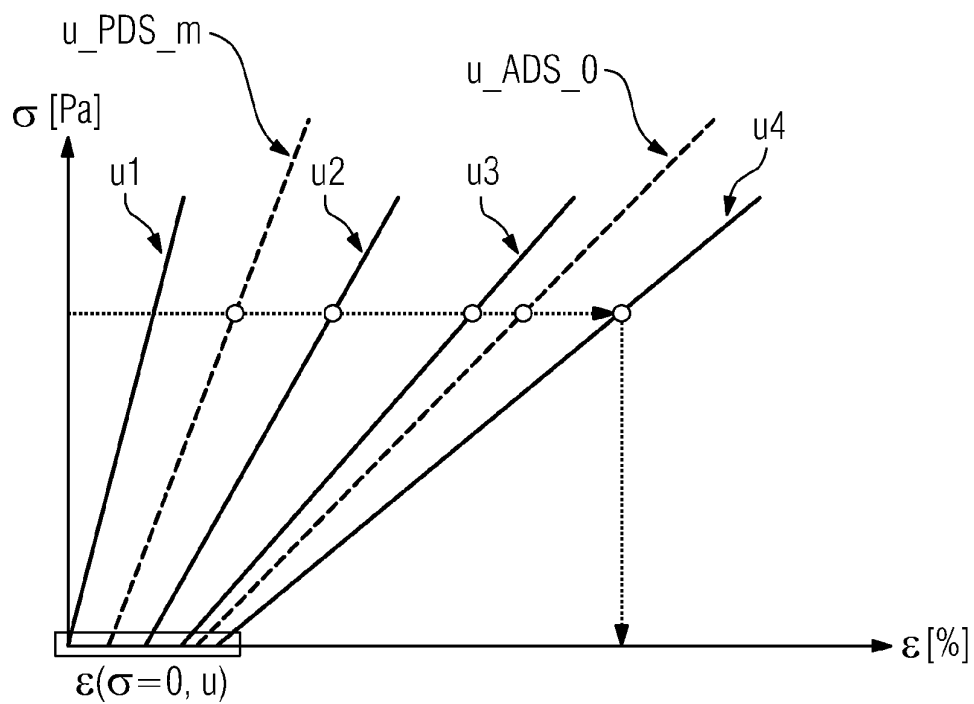


FIG 3



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

- US 20030155395 A1 [0006]
- EP 1795893 A1 [0007]