

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 949 378 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
11.12.2002 Patentblatt 2002/50

(51) Int Cl.7: **D21G 1/00**

(21) Anmeldenummer: **99106505.3**

(22) Anmeldetag: **30.03.1999**

(54) **Walzenmaschine und Verfahren zu ihrem Betrieb**

Roller machine and method of operating the same

Machine à rouleaux et son procédé de fonctionnement

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE FI FR GB SE

(30) Priorität: **06.04.1998 DE 19815339**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.10.1999 Patentblatt 1999/41

(73) Patentinhaber: **Voith Paper Patent GmbH**
89522 Heidenheim (DE)

(72) Erfinder: **Kayser, Franz**
47608 Geldern (DE)

(74) Vertreter: **Knoblauch, Andreas, Dr.-Ing. et al**
Schlosserstrasse 23
60322 Frankfurt (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 19 601 293 **GB-A- 1 156 937**
US-A- 4 471 690

EP 0 949 378 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Walzenmaschine mit mehreren Walzen, die in einem Stapel angeordnet sind und mehrere Walzenspalte zum Behandeln einer Materialbahn bilden, wobei mindestens zwei Walzen angetrieben sind. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer Walzenmaschine mit mehreren Walzen, die in einem Stapel angeordnet sind und mehrere Walzenspalte bilden, wobei mindestens zwei Walzen angetrieben sind.

[0002] Eine derartige Walzenmaschine ist aus DE 295 18 424 U1 bekannt. Bei dieser Walzenmaschine, die als Kalandrier ausgebildet ist, werden die Walzenantriebe dazu verwendet, die einzelnen Walzen vor dem Schließen der Walzenspalte auf die Geschwindigkeit der durchlaufenden Bahn zu bringen, um einen Abriß der Materialbahn, hier einer Papierbahn, beim Schließen der Walzenspalte zu vermeiden.

[0003] Die Walzenmaschine der vorliegenden Anmeldung kann sowohl als Kalandrier als auch als Glättwerk ausgebildet sein. Ihr bevorzugter Anwendungszweck ist die Behandlung einer Papierbahn. Die Papierbahn wird in den Walzenspalten einem gewissen Druck ausgesetzt, um Unebenheiten in der Oberfläche der Papierbahn auszugleichen, die Papierbahn zu verdichten und vielfach auch, um die Oberfläche der Papierbahn mit einer gewünschten Glätte und einem gewünschten Glanz zu versehen.

[0004] In ähnlicher Weise können aber auch andere Materialbahnen, beispielsweise aus Kunststoff oder Aluminium, in Kalandriern oder Glättwerken behandelt werden.

[0005] In allen Fällen ist es bekannt, daß sich nach einer gewissen Betriebszeit der Walzen Querstreifen unterschiedlichen Glanzes auf der Materialbahn bilden können, was ab dem Zeitpunkt der Sichtbarkeit zu Ausschuß führt. Derartige Querstreifen werden auch als "Barrings" bezeichnet.

[0006] Die Gründe, die zu dem Entstehen dieser Barrings führen, sind noch nicht abschließend geklärt. Eine Ursache könnte sein, daß sich anfängliche Störungen, beispielsweise Dickenschwankungen der Materialbahn, die bei einer Papierbahn durch einen periodisch schwankenden Stoffauflauf erzeugt werden, die Walzen oder ihre Mäntel in der Eigenfrequenz zu Schwingungen anregen und somit in die Oberfläche mindestens einer Walze Markierungen einprägen und dort allmählich dazu führen, daß die Walze vieleckig wird. Dies führt zu einer entsprechenden Rückwirkung auf die Materialbahn, so daß der Polygon-Effekt mit der Zeit immer größer wird. Ab einer gewissen Grenze werden die Querstreifen dann sichtbar.

[0007] Daneben wird bei einer vieleckigen Walze auch ein erhöhtes Schwingungsproblem auftreten, das sich durch die ganze Walzenmaschine fortpflanzt und auch in anderen Walzenspalten zu Störungen führen kann. Derartige Schwingungen werden beispielsweise

in M. Hermanski "Barringbildung am Glättkalandrier einer Papiermaschine", Das Papier, Heft 9, 1995, Seiten 581-590, untersucht. Als Abhilfemaßnahme wird der Einsatz von verschleißfesteren Oberflächen der Walzenbeläge der weichen Walzen vorgeschlagen. Y.N. Chen und G. Boos "Vermeidung von Glättwerkmarkierungen im Papier mit Escher Wyss Nipco-Walzen", Technische Rundschau Sulzer 2/1977, Seiten 83-89, führen die Barringbildung ebenfalls auf Schwingungen der Walzenmaschine zurück und schlagen vor, eine besonders gut gedämpfte Walze, nämlich die Nipco-Walze, einzusetzen, um die Schwingungen klein zu halten.

[0008] Dennoch läßt sich auch bei verschleißfesteren Walzenbelägen und bei Einsatz von Durchbiegungseinstellwalzen mit hydrostatisch arbeitenden Stützschuhen eine Barringbildung beobachten.

[0009] Sobald Barrings auftreten, muß die entsprechende Walze ausgewechselt beziehungsweise überarbeitet werden. Die zuvor erzeugte Materialbahn ist Ausschuß und muß beseitigt werden.

[0010] US-A-4 471 690 zeigt einen Superkalandrier mit einem horizontalen liegenden Walzenstapel, bei dem die mittlere Walze fest ist und dementsprechend entweder die Nips links oder rechts dieser Walze geschlossen werden können. Es ist eine Antriebssteuerung vorgesehen, bei der die mittlere Walze als Führungswalze dient, an deren Umfangsgeschwindigkeiten die Umfangsgeschwindigkeiten der anderen Walzen angepaßt werden.

[0011] GB-A-1 156 937 zeigt einen Kalandrier mit mehreren Walzen, die in einem Walzenstapel angeordnet sind. Die untere Walze ist angetrieben. Die übrigen Walzen werden durch Reibung mitgenommen. Mindestens eine der Zwischenwalzen ist so gelagert, daß sie aus der Ebene des Walzenstapels heraus verlagert werden kann. Damit soll eine Barringerscheinung vermieden werden.

[0012] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Barring-Erscheinungen zu vermindern.

[0013] Diese Aufgabe wird bei einer Walzenmaschine der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß die angetriebenen Walzen eine gemeinsame Antriebssteuerung aufweisen, die die Antriebsmomentverteilung der angetriebenen Walzen variiert.

[0014] Dieser Lösung liegen folgende Überlegungen zugrunde: In der Praxis ergibt sich eine Barringbildung immer erst nach einer gewissen Betriebsdauer. Diese Betriebsdauer kann kürzer oder länger sein. Eine Barringbildung gleich von Anfang an, d.h. bei Einsatz frisch überarbeiteter Walzen, ist jedoch ausgesprochen selten. Man nimmt daher an, daß die Barringbildung durch langsam erfolgende Veränderungen an den Walzen verursacht wird. Diese Veränderungen ergeben sich aufgrund eines gleichförmigen Betriebs über einen längeren Zeitraum, wie er bei der Produktion von fortlaufenden Materialbahnen, beispielsweise einer Papierbahn in einer Papierfabrik, durchaus erwünscht ist. Für den Betrieb der Walzenmaschine ist ein gewisses Antriebsmoment notwendig. Dieses Antriebsmoment muß bei-

spielsweise die Reibung der Walzen auf den Lagern überwinden. Ursprünglich hatte man in Kalandern oder Glättwerken nur eine Walze angetrieben. Die übrigen Walzen wurden dann mitgenommen. Man kann bei dieser Vorgehensweise beobachten, daß sich die mitgenommenen Walzen, d.h. die Walzen ohne eigenen Antrieb, durchbiegen und aus dem Walzenstapel "herauswölben". Wenn man nun mindestens einen zweiten Antrieb verwendet, dann kann man die für das Verbiegen der Walzen verantwortlichen Tangentialkräfte vermindern, was so weit gehen kann, daß man sie zu Null macht oder sogar in ihrer Richtung umkehrt. Durch eine Veränderung der Antriebsmomente der angetriebenen Walzen läßt sich also auch eine Veränderung der "Geometrie" des Walzenstapels bewirken. Wenn diese Veränderung erfolgt, bevor sich die zur Barringbildung führenden Veränderungen der Walzen zu stark ausgeprägt haben, dann werden diese Veränderungen wieder umgeformt. Sie müssen aber nicht rückgängig gemacht werden. Es ist aber eine weitere Änderung notwendig, bevor diese Umformungen ihrerseits zur Barringbildung führen würden. Mit einer Veränderung der Antriebsmomente der einzelnen Walzen wird man vielfach auch eine kleine, aber merkbare Phasenverschiebung der einzelnen Walzen untereinander erreichen. Auch dies führt zu einer "Störung" des gleichförmigen Betriebes, wodurch die aus einem Dauerbetrieb resultierenden Umformungen oder Veränderungen der Walzen gestört werden. Dies gilt auch dann, wenn die einzelnen Walzenantriebe bereits eine Regelung aufweisen. In diesem Fall ändert man die Sollwerte der entsprechenden Antriebe. Die Variation der Antriebsmomente, die durch die Regelung an sich bedingt ist, ist hier nicht gemeint. Gemeint ist vielmehr eine willkürliche oder vorsätzliche Veränderung durch außerhalb eines Nachführens liegenden Drehmomentverteilung. Die Variation der Antriebsmomente ist natürlich nur in gewissen Grenzen möglich. Es muß sichergestellt sein, daß die Summe der Antriebsmomente ausreicht, um die Walzenmaschine zu betreiben. Die Differenz der Antriebsmomente darf nicht so groß sein, daß die Materialbahn reißt. Ansonsten ist die Verteilung der Antriebsmomente auf die einzelnen Walzen mehr oder weniger beliebig. Dies gilt auch dann, wenn mehr als zwei Walzen angetrieben werden.

[0015] Mit Vorteil weist die Antriebssteuerung einen Zufallsgenerator auf. Mit Hilfe des Zufallsgenerators kann man die Verteilung der Antriebsmomente variieren, ohne daß bei dieser Variation wieder eine Periodizität auftritt, die indirekt wiederum zu einer Barringbildung führen könnte. Der Zufallsgenerator kann hierbei entweder unmittelbar auf die Antriebsmomentverteilung einwirken, oder er kann Funktionen auswerten, mit denen die Antriebsmomentverteilung variiert wird. Es ist auch möglich, daß er Periodenlängen bestimmt, in denen vorgegebene Antriebsmomentverteilungen gefahren werden.

[0016] Vorteilhafterweise weist die Antriebssteuerung

einen Begrenzer auf, der die Antriebsmomentänderungsgeschwindigkeit unter einem vorbestimmten Wert hält. Sprünge in dem Antriebsmoment einer Walze könnten nämlich ansonsten zum Abriß der Materialbahn führen, was ebenfalls unerwünscht ist.

[0017] Mit Vorteil ist die Antriebssteuerung mit einer Sensoreinrichtung verbunden, die mindestens eine Eigenschaft der Materialbahn und/oder mindestens einen Betriebsparameter der Maschine ermittelt, und die Antriebsmomentverteilung in Abhängigkeit von mindestens einem Ausgangssignal der Sensoreinrichtung ändert. Die Barringbildung ist bei Einsatz entsprechender Sensoren bereits in ihrer Entwicklung erkennbar. Beispielsweise kann man die Barringstreifen mit geeigneten Sensoren erfassen, bevor sie für das Auge sichtbar sind. Eine andere Möglichkeit ist, daß man die Schwingungen der Walzenmaschine ermittelt, die zunehmen, wenn die Barringbildung zunimmt. In all diesen Fällen kann die Antriebssteuerung eingreifen und die Verteilung der Antriebsmomente auf die angetriebenen Walzen verändern, bevor die Barringbildung tatsächlich so weit bemerkbar wird, daß die erzeugte Materialbahn nicht mehr brauchbar ist.

[0018] Vorzugsweise weist die Antriebssteuerung einen Zeitgeber auf. Man kann bestimmte Zeitblöcke einstellen, in denen die Antriebsmomentverteilung konstant ist. Nach Ablauf eines derartigen Zeitblocks kann eine Veränderung der Antriebsmomentverteilung bewirkt werden. Die Länge des Zeitblocks kann beispielsweise durch den Zufallsgenerator bestimmt werden.

[0019] Zusätzlich oder alternativ dazu kann die Antriebssteuerung einen Speicher aufweisen, in dem mindestens eine Änderungsfunktion gespeichert ist. Man kann beispielsweise die Antriebsmomentverteilung entsprechend dieser Änderungsfunktion verändern. Alternativ dazu kann man die Antriebsmomentverteilung nach Ablauf eines oben erwähnten Zeitblocks entsprechend der Änderungsfunktion nachführen.

[0020] Auch ist es möglich, daß die Antriebssteuerung einen Funktionsgenerator zum Erzeugen einer Antriebsmomentänderungsfunktion aufweist. Insbesondere im Zusammenhang mit einem Zufallsgenerator kann der Funktionsgenerator dann Funktionen erzeugen, die eine Änderung der Antriebsmomentverteilung so bewirkt, daß sich Zustände gar nicht oder nur in zeitlich relativ großen Abständen wiederholen können.

[0021] Bevorzugterweise sind zwei Walzen angetrieben, die im Anstand von $2 \cdot n$ Walzen angeordnet sind, wobei $n = 0, 1, 2, \dots$ ist (n ist die Menge der natürlichen Zahlen einschließlich Null). Es können also zwei benachbarte Walzen angetrieben sein, oder es können Walzen angetrieben sein, die über 2, 4, 6 etc. Walzen voneinander entfernt sind. Bei dieser Ausbildung wird sichergestellt, daß die durch die einzelnen Antriebe hervorgerufene Durchbiegung der Walzen immer in entgegengesetzte Richtungen weist.

[0022] Vorzugsweise weisen die Walzen mindestens zwei unterschiedliche Durchmesser auf. Man vermeidet

damit einen Rapport, an dem sich eine etwas dickere Fehlstelle an einer Walze, beispielsweise hervorgerufen durch eine Verschmutzung, immer wieder an der gleichen Stelle der Gegenwalze eindrückt. Ein Aufschaukeln oder Aufschwingen dieser Erscheinung wird damit vermieden.

[0023] Vorteilhafterweise ist eine Geschwindigkeitssteuereinrichtung für die Materialbahn vorgesehen. Eine weitere Größe, die eine relativ große Auswirkung auf das Betriebsverhalten hat, ist die Geschwindigkeit der durch die Walzenmaschine laufenden Materialbahn. Die Geschwindigkeit hat direkte Auswirkungen auf die Drehzahl der Walzen und damit auf die Schwingungen, die durch die Rotation der Walzen hervorgerufen werden. Auch durch die Veränderung dieser Größen läßt sich also der stationäre Betrieb "stören".

[0024] Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, daß mindestens eine Walze mit ihrer Achse außerhalb einer Ebene angeordnet ist, die durch die Achsen zweier benachbarter Walzen definiert ist. Hierdurch erreicht man eine Phasenverschiebung zwischen zwei Nips, die dann eine gute Wirksamkeit aufweist, wenn die Materialbahn bereits mit periodischen Dichte- oder Dickenschwankungen aus der Produktionsmaschine, beispielsweise der Papiermaschine, kommt.

[0025] Auch ist von Vorteil, wenn eine Bahnaufführungseinrichtung vor einem Walzenspalt angeordnet ist, deren Abstand zum Walzenspalt veränderbar ist. Eine derartige Einrichtung an sich ist aus DE 196 01 293 A1 bekannt. Auch hier kann man den Betrieb etwas "stören", um ein Aufbauen der negativen Verformungen der Walzen zu verhindern.

[0026] Die Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß die Antriebsmomentverteilung der gemeinsam angetriebenen Walzen verändert wird.

[0027] Wie oben im Zusammenhang mit der Walzenmaschine ausgeführt, stört man damit den gleichmäßigen Betrieb, der, aus welchen konkreten Gründen auch immer, zu den negativen Auswirkungen führt, die letztendlich die Barringbildung bewirken. Mit einer derartigen Störung wird dieser Aufbau unterbrochen, bevor er sich sichtbar auswirken kann.

[0028] Vorzugsweise wird die Antriebsmomentverteilung während des Betriebs verändert. Es ist also nicht einmal erforderlich, daß die Walzenmaschine stillgesetzt wird. Eine Veränderung der Verteilung der Antriebsmomente während des Betriebs hat darüber hinaus den Vorteil, daß man dabei relativ sicher ist, daß man nicht zufälligerweise beim erneuten Anfahren der Walzenmaschine wieder die gleichen oder ähnliche Betriebsbedingungen erhält wie vorher, insbesondere im Hinblick auf Schwingungen.

[0029] Vorzugsweise wird die Antriebsmomentverteilung für vorbestimmte Zeitabschnitte konstant gehalten und dann geändert. Die Zeitabschnitte sind hierbei so klein, daß man mit hoher Sicherheit eine Barringbildung noch nicht beobachten kann. Sie ermöglichen aber an-

sonsten einen unveränderten Betrieb mit konstanten Parametern über die genannten Zeitabschnitte.

[0030] Alternativ hierzu kann die Antriebsmomentverteilung auch fortlaufend geändert werden. In diesem Fall gibt man der Walzenmaschine keine Gelegenheit, in einem stabilen oder stationären Betrieb Störungen aufzubauen.

[0031] In einer dritten Alternative kann schließlich vorgesehen sein, daß die Antriebsmomentverteilung konstant gehalten wird, bis ein Störparameter einen vorbestimmten Wert überschreitet, und dann geändert wird. In diesem Fall ändert man die Antriebsmomentverteilung situations- oder ereignisabhängig. Bei Auftreten bestimmter Störungen, z.B. beim Erreichen einer bestimmten Schwingungsamplitude oder beim Auftreten eines noch nicht sichtbaren Barrings auf der Materialbahn, kann die Antriebsmomentverteilung geändert werden.

[0032] Vorteilhafterweise wird die Änderungsgeschwindigkeit auf einen vorbestimmten Wert begrenzt. Man vermeidet hierbei das Auftreten plötzlicher oder schlagartiger Momentänderungen, die unter Umständen bis zu einem Riß der Materialbahn führen können.

[0033] Mit Vorteil erfolgt die Änderung der Antriebsmomentverteilung nach dem Zufallsprinzip. Hierbei vermeidet man mit einer hohen Wahrscheinlichkeit eine Wiederholung von bereits dagewesenen Betriebsbedingungen oder läßt diese Wiederholungen mit einer noch viel größeren Wahrscheinlichkeit in sehr langen zeitlichen Abständen aufeinanderfolgen, wobei in den Abständen dazwischen andere Betriebsbedingungen geherrscht haben. Dies erlaubt eine sehr hohe Sicherheit vor Barringstörungen.

[0034] Schließlich kann auch die Geschwindigkeit der Materialbahn verändert werden. Auch dies ist, wie oben gesagt, ein ganz erheblicher Eingriff in das Betriebsverhalten der Walzenmaschine, der zu einer Veränderung der Bedingungen führt, die zum Aufbau der Barringsursachen führen.

[0035] Die Erfindung wird im folgenden anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung näher beschrieben. Darin zeigen:

Fig. 1 eine erste Ausgestaltung einer Walzenmaschine,

Fig. 2 ein Beispiel für eine Veränderung der Antriebsmomentverteilung,

Fig. 3 eine zweite Ausführungsform einer Walzenmaschine,

Fig. 4 eine Tabelle zur Verteilung der Antriebsleistung und

Fig. 5 ein schematisches Flußdiagramm.

[0036] Fig. 1 zeigt einen Kalender 1 als Beispiel für

eine Walzenmaschine. Der Kalanders 1 weist acht Walzen 2-9 auf, von denen vier Walzen 2, 4, 7, 9 eine harte metallische Oberfläche und vier Walzen 3, 5, 6, 8 einen elastischen Kunststoffbelag 13 aufweisen. Alle Walzen sind mit ihren Walzenzapfen in Lagergehäusen 23, 23' gelagert. Die Lagergehäusen 23' der mittleren Walzen 3-8 sind an Hebeln 24 angebracht, deren Drehpunkt 25 sich am Kalandergestell 26 befindet. Unterhalb des Walzenstapels, der durch die Walzen 2-9 gebildet ist, ist ein Hydraulikzylinder 27 vorgesehen, der einerseits die für die Satinage einer Papierbahn 21, die hier als Beispiel für eine Materialbahn dient, notwendigen Kräfte im geschlossenen Walzenspalt aufbringt und andererseits die Unterwalze 9 absenken kann. Durch das Absenken der Unterwalze 9 legen sich die Hebel 24 auf Anschlägen 28 ab, und zwar in der Weise, daß sich zwischen den Walzen Spalte von 1 bis 10 mm bilden.

[0037] Den beiden mittleren harten Walzen 4, 7 kann in nicht näher dargestellter Weise Heizdampf zur Beheizung zugeführt werden. Der Heizdampf wird durch periphere Bohrungen 122 geleitet, damit er seine Wärme an die Walze abgeben kann.

[0038] Lediglich schematisch sind eine Speiseeinrichtung 10 und eine Aufnahmeeinrichtung 11 dargestellt. Die Speiseeinrichtung 10 kann beispielsweise durch eine Abwickelstation und die Aufnahmeeinrichtung 11 durch eine Aufwickelstation gebildet sein. Es ist aber auch denkbar, daß die Speiseeinrichtung durch einen Teil der Papiermaschine selbst und die Aufnahmeeinrichtung durch weitere Teile der Papiermaschine gebildet sind.

[0039] Bei dem Kalanders 1 sind insgesamt drei Walzen angetrieben, nämlich die Oberwalze 2 und die zwei Mittelwalzen 5, 6. Die angetriebenen Walzen 2, 5, 6 weisen eine gemeinsame Antriebssteuerung 14 auf, die dafür sorgt, daß die Summe der Antriebsleistungen der angetriebenen Walzen 2, 5, 6 immer mindestens 100 % der Leistung erreicht, die zum Betreiben des Kalanders 1 notwendig ist. Genauer gesagt, erzeugen die angetriebenen Walzen 2, 5, 6 zusammen genügend Drehmoment, um die Papierbahn 21, wie bei einem Kalanders mit nur einer angetriebenen Walze auch, mit der notwendigen Geschwindigkeit und Zugkraft durch den Kalanders 1 zu führen. Die Papierbahn wird hierbei in den Walzenspalten zwischen den einzelnen Walzen 2-9 mit Druck und erhöhter Temperatur beaufschlagt.

[0040] Die nicht angetriebenen Walzen 3, 4, 8, 9 werden von der Papierbahn beziehungsweise vom Moment der angetriebenen Walzen 2, 5, 6 mitgenommen.

[0041] Die Antriebsmomente der angetriebenen Walzen 2, 5, 6 werden jedoch von Zeit zu Zeit *gezielt* verändert. Dies ist schematisch anhand von Fig. 2 dargestellt. Nach oben aufgetragen ist der Anteil der einzelnen Walzen 2, 5, 6 in Prozent des Gesamtantriebsmoments. Wenn die Antriebe geregelt sind, dann betreffen die angegebenen Werte die Sollwertvorgaben. In einem Zeitabschnitt A wird beispielsweise die Walze 2 mit 60 % des Gesamtmoments angetrieben, während die Wal-

zen 5 und 6 jeweils 20 % zum Gesamt-Antriebsmoment beitragen. Im Abschnitt C beträgt der Anteil der Walze 2 nur noch 30 %, der Anteil der Walze 5 40 % und der Anteil der Walze 6 ebenfalls 30 %. Im Abschnitt E steigt der Anteil der Walze 5 auf 50 %. Der Anteil der Walze 2 steigt wieder auf 40 % und der Anteil der Walze 6 sinkt auf 10 % des Gesamtantriebsmoments ab.

[0042] Der Übergang zwischen diesen einzelnen unterschiedlichen Momenten erfolgt nicht sprunghaft, sondern über Rampenfunktion, wie sie beispielhaft in den Abschnitten B und D dargestellt sind. Hierbei darf eine gewisse Steigung nicht überschritten werden, d.h. die Antriebsmomentänderung muß auf einen bestimmten Wert begrenzt bleiben um die Papierbahn nicht abzureißen.

[0043] Es ist sogar möglich, einzelne Walzen mit einem negativen Moment anzutreiben, d.h. zu bremsen. In diesem Fall kann eine Walze auch mit mehr als 100 % des für den Betrieb des Kalanders notwendigen Moments angetrieben werden.

[0044] Die Antriebssteuerung 14 weist hierzu für jeden Antrieb ein Stellglied 15-17 auf, das beispielsweise die den einzelnen Antrieben der Walzen 2, 5, 6 zugeführte elektrische Leistung festlegt, gegebenenfalls auch nur den Sollwert der Leistung, falls der einzelne Antrieb noch eine Regelung aufweist. Die Ansteuerung der Stellglieder 15-17 erfolgt durch eine Zentraleinheit 18. Die Zentraleinheit 18 wiederum ist mit einem Zufallsgenerator 19 und einem Zeitgeber 20 verbunden. Der Zeitgeber 20 kann beispielsweise die Dauer der in Fig. 2 dargestellten Zeitblöcke A, C und E sowie die Übergangszeiten B und D festlegen. Der Zufallsgenerator 19 erzeugt Zufallszahlen, mit denen anhand vorgegebener Algorithmen die Anteile der einzelnen angetriebenen Walzen 2, 5, 6 am Gesamtantriebsmoment festgelegt werden.

[0045] Man kann auch einen Sensor 22 verwenden, um die Oberfläche der Papierbahn 21 zu untersuchen. Der Sensor 22 kann lange vor dem menschlichen Auge feststellen, ob eine Barringbildung erfolgt. Sobald der Sensor 22 eine derartige Erscheinung festgestellt, gibt ein Meßwertaufnehmer 29, der mit dem Sensor 22 verbunden ist, ein entsprechendes Signal an die Zentraleinheit 18.

[0046] Zusätzlich oder alternativ dazu kann ein Schwingungssensor 30 am Gestell 26 des Kalanders 1 befestigt sein, der mit einem Meßwertaufnehmer 31 verbunden ist. Wenn der Meßwertaufnehmer 31 feststellt, daß die Amplitude der Schwingung des Gestells einen vorbestimmten Wert übersteigt, dann meldet er dies ebenfalls an die Zentraleinheit 18 weiter, die die Stellglieder 15-17 entsprechend verändert.

[0047] Natürlich ist es auch möglich, daß die Zentraleinheit 18 die Stellglieder 15-17 fortlaufend verstellt, beispielsweise in Abhängigkeit von Werten, die der Zufallsgenerator 19 ausgibt. Auch in diesem Fall bleibt aber die Änderungsgeschwindigkeit unterhalb eines vorbestimmten Werts. Die Zentraleinheit 18 bildet damit

automatisch auch einen Begrenzer.

[0048] Schließlich kann ein Speicher 32 vorgesehen sein, in den eine Änderungsfunktion, vorzugsweise sogar mehrere Änderungsfunktionen, abgelegt sind, die verwendet werden, um die Stellglieder 15-17 nach einem vorgegebenen Ablauf zu verstellen. Die Auswahl der Änderungsfunktionen kann wiederum nach dem Zufallsprinzip erfolgen, wenn sie vom Zufallsgenerator 19 gesteuert wird. Die Zentraleinheit 18 kann aber auch selbst als Funktionsgenerator wirken und, beispielsweise mit den Ausgangswerten des Zufallsgenerators 19, Funktionen erzeugen, die den zeitlichen Verlauf der Änderung der Antriebsmomentverteilung auf die Walzen 2, 5, 6 wiedergibt.

Eine alternative Vorgehensweise ist folgende:

[0049] Man legt im voraus verschiedene Parametersätze für die Verteilung der Antriebsleistung der einzelnen Walzen eines Kalenders fest. Jeder Parametersatz enthält also für jede Walze den prozentualen Anteil an der Gesamtleistung des Kalenders, mit dem die entsprechende Walze angetrieben werden soll. Wenn der Kalender aus n-Antriebswalzen besteht, dann kann man die Antriebsleistungen für n-1 Walzen mehr oder weniger frei wählen und in jedem Parametersatz vorgeben. Die Antriebsleistung für die verbleibende Walze muß dann die Differenz zur gewünschten Gesamtantriebsleistung des Kalenders ergeben.

[0050] Voraussetzung ist lediglich, daß die einzelnen Antriebsleistungen innerhalb der Grenzwerte für jede einzelne Walze liegen.

[0051] Diese Parametersätze werden in einer Tabelle abgelegt. Ein Beispiel für eine derartige Tabelle ist in Fig. 4 dargestellt.

[0052] Die Tabelle weist für jede Walze drei Spalten auf. Die erste Spalte gibt die absolute Leistung in kW wider. Die zweite Spalte zeigt den Anteil dieser absoluten Leistung an der installierten Leistung dieser Walze. Die dritte Spalte zeigt den Anteil der Antriebsleistung an der Gesamtleistung des Kalenders.

[0053] Der Zufallsgenerator erzeugt nun unterschiedliche Periodenlängen oder Sequenzdauern. In jeder Periode wird ein Parametersatz verwendet. Beispielsweise wird der in Zeile 1 aufgelistete Parametersatz über einen Zeitraum von 8 Stunden und 23 Minuten verwendet. Der in Zeile 2 dargestellte Parametersatz wird über 14 Stunden und 37 Minuten verwendet etc.

[0054] Der Zufallsgenerator erzeugt beispielsweise eine Zahl x, die zwischen 0 und 1 liegt. Die Dauer D einer Sequenz ergibt sich dann

$$D = x \cdot 24 \text{ Stunden.}$$

[0055] Die Tabelle wird dann zeilenweise abgearbeitet. Wenn die Zeile 20 abgearbeitet worden ist, kann man wieder bei der Zeile 1 beginnen.

[0056] Es ist aber auch denkbar, nicht nur die Dauer je Sequenz vom Zufallsgenerator bestimmen zu lassen, sondern auch bestimmen zu lassen, welcher Parametersatz verwendet wird. Auch die Parametersätze lassen sich vom Zufallsgenerator bestimmen.

[0057] Diese Vorgehensweise ist in dem schematischen Flußdiagramm der Fig. 5 dargestellt.

[0058] Wie aus Fig. 1 klar zu erkennen ist, sind die angetriebenen Walzen 5, 6 entweder benachbart oder, wie bei den Walzen 2 und 5, durch zwei andere Walzen getrennt. Damit lassen sich Antriebsmomentverteilungen erreichen, die einer Durchbiegung der Walzen 2-8 senkrecht zur Ebene, in der die Drehachsen der Walzen 2-9 angeordnet sind, entgegenwirken.

[0059] Fig. 3 zeigt eine weitere Ausbildung, bei der gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen sind. Hier sind weitere Maßnahmen erkennbar, um der Barringbildung entgegenzuwirken.

[0060] Die Antriebssteuerung 14 wirkt auch auf die Speiseeinrichtung 10 und die Aufnahmeeinrichtung 11, um die Geschwindigkeit der Papierbahn 21 verändern zu können.

[0061] Ferner ist schematisch dargestellt, daß eine Umlenkrolle 33 senkrecht zu einer Ebene 34 verlagerbar ist, in der die Drehachsen der Oberwalze 2 und der Unterwalze 9 angeordnet sind. Hierzu ist ein Hydraulikzylinder 35 vorgesehen, der die Umlenkrolle 33 in Richtung eines Doppelpfeiles 36 bewegt. Auf diese Weise wird der Weg zwischen den beiden Walzenspalten, die von der Walze 3 begrenzt werden, verändert. Diese Maßnahme ist besonders wirksam gegen Barringbildung, die durch einen sich periodisch ändernden Stoffauflauf der Papiermaschine verursacht wird.

[0062] Darüber hinaus sind zwei Walzen, nämlich die Walzen 3 und 6, seitlich aus der Ebene versetzt, die durch die Rotationsachsen ihrer beiden Nachbarwalzen 2, 4 bzw. 5, 7 definiert ist. Auch dadurch erhält man eine kleine Phasenverschiebung zwischen zwei Nips.

[0063] Schließlich ist noch zu erwähnen, daß alle Walzen 2-9 einen eigenen Antrieb aufweisen und die Antriebssteuerung 14 sämtliche Antriebe steuert. Der zugrunde liegende Mechanismus ist der gleiche wie bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform. Dementsprechend wird auf eine nähere Erläuterung des inneren Aufbaus der Antriebssteuerung 14 verzichtet. Auch hier muß die Summe der Antriebsmomente 100 % betragen, um ein entsprechend zufriedenstellendes Arbeiten des Kalenders 1 zu ermöglichen. Die Verteilung der Antriebsmomente auf die einzelnen Walzen 2-9 kann jedoch laufend oder periodisch oder ereignisabhängig verändert werden.

[0064] Schließlich ist der Walzenstapel des Kalenders so aufgebaut, daß die Walzen nicht alle den gleichen Durchmesser haben. So sind beispielsweise die beheizten Walzen 4, 7 kleiner als die Ober- und Unterwalzen 2, 9. Die beiden Walzen 5, 6 haben ebenfalls unterschiedliche Durchmesser. Die Walze 3 ist größer als die Walze 4. Auch diese Maßnahme wirkt der Bar-

ringbildung entgegen.

Patentansprüche

1. Walzenmaschine mit mehreren Walzen (2-9), die in einem Stapel angeordnet sind und mehrere Walzenspalte zum Behandeln einer Materialbahn (21) bilden, wobei mindestens zwei Walzen (2, 5, 6) angetrieben sind, **dadurch gekennzeichnet, daß** die angetriebenen Walzen (2, 5, 6) eine gemeinsame Antriebssteuerung (14) aufweisen, die die Antriebsmomentverteilung der angetriebenen Walzen (2, 5, 6) variiert.
2. Walzenmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Antriebssteuerung (14) einen Zufallsgenerator (19) aufweist.
3. Walzenmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Antriebssteuerung (14) einen Begrenzer aufweist, der die Antriebsmomentänderungsgeschwindigkeit unter einem vorbestimmten Wert hält.
4. Walzenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Antriebssteuerung mit einer Sensoreinrichtung (22, 23) verbunden ist, die mindestens eine Eigenschaft der Materialbahn (21) und/oder mindestens einen Betriebsparameter der Maschine (1) ermittelt, und die Antriebsmomentverteilung in Abhängigkeit von mindestens einem Ausgangssignal der Sensoreinrichtung (22, 23) ändert.
5. Walzenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** Antriebssteuerung (14) einen Zeitgeber(20) aufweist..
6. Walzenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Antriebssteuerung einen Speicher (32) aufweist, in dem mindestens eine Änderungsfunktion gespeichert ist.
7. Walzenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Antriebssteuerung einen Funktionsgenerator zum Erzeugen einer Antriebsmomentänderungsfunktion aufweist.
8. Walzenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwei Walzen (2, 5; 5, 6) angetrieben sind, die im Anstand von $2 \cdot n$ Walzen angeordnet sind, wobei $n = 0, 1, 2, \dots$ ist.
9. Walzenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Walzen (2-9)

mindestens zwei unterschiedliche Durchmesser aufweisen.

10. Walzenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Geschwindigkeitssteuereinrichtung (14, 10, 11) für die Materialbahn (21) vorgesehen ist.
11. Walzenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens eine Walze (3, 6) mit ihrer Achse außerhalb einer Ebene angeordnet ist, die durch die Achsen zweier benachbarter Walzen (2, 4; 5, 7) definiert ist.
12. Walzenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Bahnlauführungseinrichtung (33) vor einem Walzenspalt angeordnet ist, deren Abstand zum Walzenspalt veränderbar ist.
13. Verfahren zum Betreiben einer Walzenmaschine (1) mit mehreren Walzen (2-9), die in einem Stapel angeordnet sind und mehrere Walzenspalte bilden, wobei mindestens zwei Walzen (2, 5, 6) angetrieben sind, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Antriebsmomentverteilung der gemeinsam angetriebenen Walzen (2, 5, 6) verändert wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Antriebsmomentverteilung während des Betriebs verändert wird.
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Antriebsmomentverteilung für vorbestimmte Zeitabschnitte konstant gehalten und dann geändert wird.
16. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Antriebsmomentverteilung fortlaufend geändert wird.
17. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Antriebsmomentverteilung konstant gehalten wird, bis ein Störparameter einen vorbestimmten Wert überschreitet, und dann geändert wird.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Änderungsgeschwindigkeit auf einen vorbestimmten Wert begrenzt wird.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Änderung der Antriebsmomentverteilung nach dem Zufallsprinzip erfolgt.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 19, **da-**

durch gekennzeichnet, daß auch die Geschwindigkeit der Materialbahn verändert wird.

Claims

1. Rolling machine comprising a plurality of rolls (2-9) which are arranged in a stack and form a plurality of nips for treating a material web (21), at least two rolls (2, 5, 6) being driven, **characterized in that** the driven rolls (2, 5, 6) have a common drive control system (14), which varies the drive torque distribution of the driven rolls (2, 5, 6).
2. Rolling machine according to Claim 1, **characterized in that** the drive control system (14) has a random generator (19).
3. Rolling machine according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the drive control system (14) has a limiter which keeps the rate of change of the drive torque below a predetermined value.
4. Rolling machine according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the drive control system is connected to a sensor device (22, 23) which determines at least one property of the material web (21) and/or at least one operating parameter of the machine (1), and changes the drive torque distribution on the basis of at least one output signal of the sensor device (22, 23).
5. Rolling machine according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the drive control system (14) has a timer (20).
6. Rolling machine according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the drive control system has a memory (32), in which at least one change function is stored.
7. Rolling machine according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the drive control system has a function generator for generating a drive torque change function.
8. Rolling machine according to one of Claims 1 to 7, **characterized in that** two rolls (2, 5; 5, 6) which are arranged with a spacing of $2 \cdot n$ rolls are driven, where $n = 0, 1, 2, \dots$
9. Rolling machine according to one of Claims 1 to 8, **characterized in that** the rolls (2-9) have at least two different diameters.
10. Rolling machine according to one of Claims 1 to 9, **characterized in that** a speed control device (14, 10, 11) for the material web (21) is provided.

11. Rolling machine according to one of Claims 1 to 10, **characterized in that** at least one roll (3, 6) is arranged with its axis outside a plane which is defined by the axes of two adjacent rolls (2, 4; 5, 7).
12. Rolling machine according to one of Claims 1 to 11, **characterized in that** a web run guiding device (33) is arranged upstream of a nip, it being possible to vary its distance from the nip.
13. Method of operating a rolling machine (1) comprising a plurality of rolls (2-9) which are arranged in a stack and form a plurality of nips, at least two rolls (2, 5, 6) being driven, **characterized in that** the drive torque distribution of the jointly driven rolls (2, 5, 6) is changed.
14. Method according to Claim 13, **characterized in that** the drive torque distribution is changed during operation.
15. Method according to Claim 13 or 14, **characterized in that** the drive torque distribution is kept constant for predetermined time intervals and is then changed.
16. Method according to Claim 13 or 14, **characterized in that** the drive torque distribution is changed continuously.
17. Method according to Claim 13 or 14, **characterized in that** the drive torque distribution is kept constant until an interfering parameter exceeds a predetermined value, and is then changed.
18. Method according to one of Claims 13 to 17, **characterized in that** the rate of change is limited to a predetermined value.
19. Method according to one of Claims 13 to 18, **characterized in that** the change in the drive torque distribution is carried out in accordance with the random principle.
20. Method according to one of Claims 13 to 19, **characterized in that** the speed of the material web is also changed.

Revendications

1. Machine à rouleaux avec plusieurs rouleaux (2-9), qui sont disposés en une pile et qui forment plusieurs emprises pour le traitement d'une bande de matière (21), dans laquelle au moins deux rouleaux (2, 5, 6) sont entraînés, **caractérisée en ce que** les rouleaux entraînés (2, 5, 6) présentent une commande d'entraînement commune (14), qui fait va-

rier la distribution du couple d'entraînement des rouleaux entraînés (2, 5, 6).

2. Machine à rouleaux suivant la revendication 1, **caractérisée en ce que** la commande d'entraînement (14) présente un générateur aléatoire (19).
3. Machine à rouleaux suivant la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** la commande d'entraînement (14) présente un limiteur, qui maintient la vitesse de variation du couple d'entraînement sous une valeur prédéterminée.
4. Machine à rouleaux suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** la commande d'entraînement est raccordée à un dispositif de détection (22, 23), qui détermine au moins une propriété de la bande de matière (21) et/ou au moins un paramètre de fonctionnement de la machine (1), et qui modifie la distribution du couple d'entraînement en fonction d'au moins un signal de sortie du dispositif de détection (22, 23).
5. Machine à rouleaux suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** la commande d'entraînement (14) présente une horloge (20).
6. Machine à rouleaux suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** la commande d'entraînement présente une mémoire (32), dans laquelle est mémorisée au moins une fonction de variation.
7. Machine à rouleaux suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** la commande d'entraînement présente un générateur de fonctions destiné à produire une fonction de variation du couple d'entraînement.
8. Machine à rouleaux suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisée en ce que** deux rouleaux (2, 5; 5, 6) sont entraînés, qui sont disposés à une distance de $2 \times n$ rouleaux, avec $n = 0, 1, 2, \dots$
9. Machine à rouleaux suivant l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce que** les rouleaux (2-9) présentent au moins deux diamètres différents.
10. Machine à rouleaux suivant l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisée en ce qu'il** est prévu un dispositif de commande de la vitesse (14, 10, 11) pour la bande de matière (21).
11. Machine à rouleaux suivant l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisée en ce qu'au**

moins un rouleau (3, 6) est disposé avec son axe hors d'un plan qui est défini par les axes de deux rouleaux voisins (2, 4; 5, 7).

12. Machine à rouleaux suivant l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisée en ce qu'un** dispositif de guidage de défilement de la bande (33) est disposé devant une emprise, à une distance variable par rapport à l'emprise.
13. Procédé pour la conduite d'une machine à rouleaux (1) avec plusieurs rouleaux (2-9), qui sont disposés en une pile et qui forment plusieurs emprises, dans laquelle au moins deux rouleaux (2, 5, 6) sont entraînés, **caractérisé en ce que** l'on fait varier la distribution du couple d'entraînement des rouleaux entraînés ensemble (2, 5, 6).
14. Procédé suivant la revendication 13, **caractérisé en ce que** l'on fait varier la distribution du couple d'entraînement pendant le fonctionnement.
15. Procédé suivant la revendication 13 ou 14, **caractérisé en ce que** l'on maintient la distribution du couple d'entraînement constante pendant des périodes de temps prédéterminées et qu'on la fait varier ensuite.
16. Procédé suivant la revendication 13 ou 14, **caractérisé en ce que** l'on fait varier la distribution du couple d'entraînement de façon continue.
17. Procédé suivant la revendication 13 ou 14, **caractérisé en ce que** l'on maintient la distribution du couple d'entraînement constante jusqu'à ce qu'un paramètre de perturbation dépasse une valeur prédéterminée, et qu'on la fait alors varier.
18. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 13 à 17, **caractérisé en ce que** la vitesse de variation est limitée à une valeur prédéterminée.
19. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 13 à 18, **caractérisé en ce que** l'on effectue la variation de la distribution du couple d'entraînement suivant le principe du hasard.
20. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 13 à 19, **caractérisé en ce que** l'on fait varier également la vitesse de la bande de matière.

Fig.1

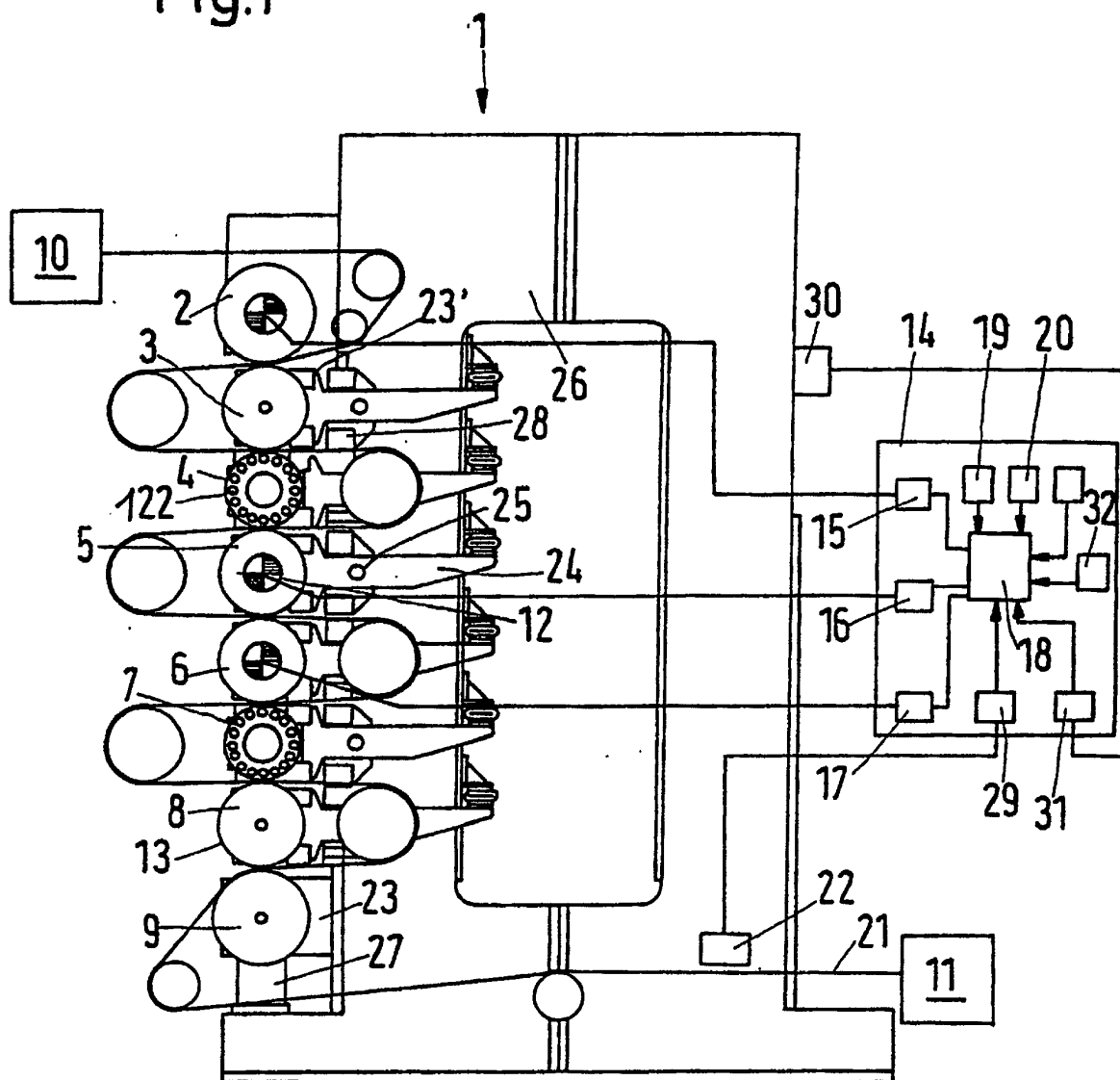


Fig.2

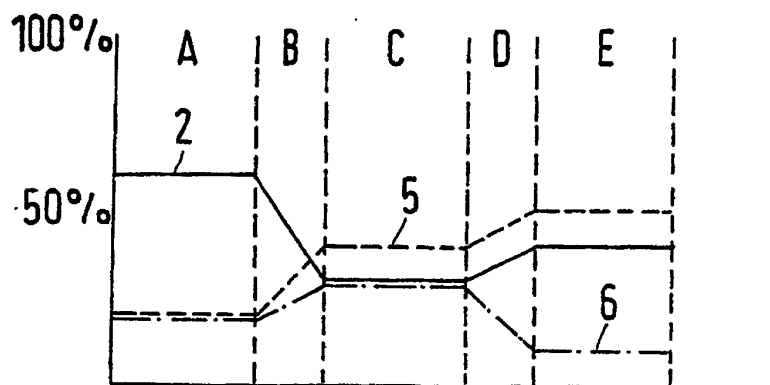
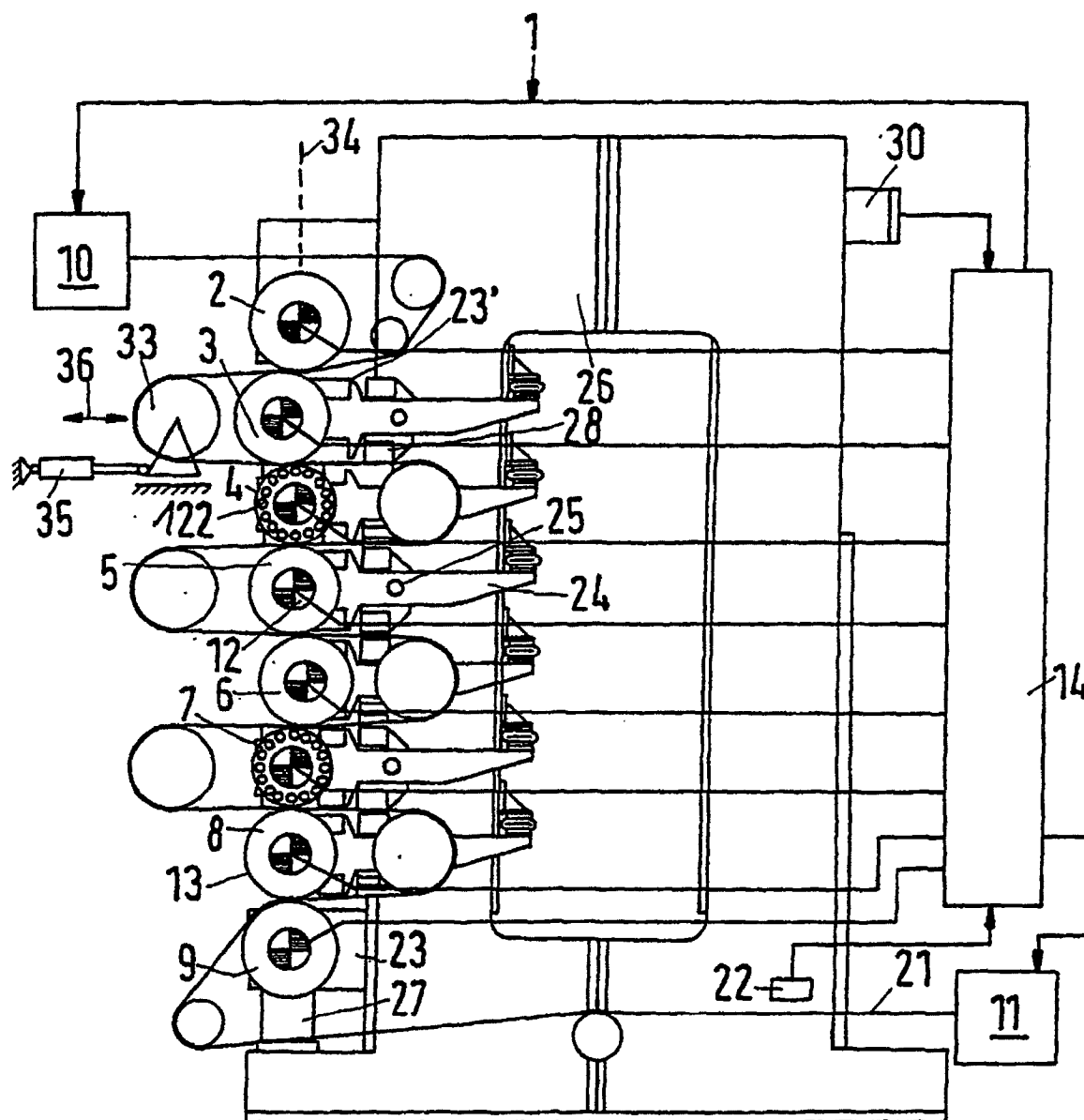


Fig.3



Summe variable Gesamtleistung: 1'300 kW

Die prozentualen Leistungsangaben (P ges.) dieser Tabelle beziehen sich auf den Leistungswert μ des gesamten Stacks!

Die prozentualen Leistungsangaben (P inst.) dieser Tabelle beziehen sich auf den Leistungswert μ jedes einzelnen Antibodies!

[illegible]

Grenzwerte für die Antriebsleistungen:

Walze	NIPCORRECT oben		Drangwalze oben		Elast. Walze oben		Elast. Walze unten		Drangwalze unten		NIPCORRECT unten	
	P incl.	P abs.	P incl.	P abs.	P incl.	P abs.	P incl.	P abs.	P incl.	P abs.	P incl.	P abs.
Benennung												
Indellichte Leistung	315 kW	100%	110 kW	100%	37 kW	100%	37 kW	100%	1100 kW	100%	315 kW	100%
Stoßrate Grauze	252 kW	80%	105 kW	95,50%	35 kW	94,60%	35 kW	94,60%	900 kW	45,50%	252 kW	80%
unbere Grauze	10 kW	3,2 %	85 kW	77,3 %	- 30 kW	- 81,1 %	- 30 kW	- 81,1 %	1000 kW	9,1 %	10 kW	3,2 %

Beschreibung des Vorgehens:

1. Die tatsächlich benötigte Antriebsleistung wird in die Spalte "Summe - variable Gesamtleistung" eingetragen.
2. Dementsprechend werden die tatsächlichen Leistungen der Einzelantriebe und der entsprechend Anteile des gesamten/absoluten "proz. Anteil P ges." auf Basis der vorgegebenen prozentualen Anteile der Einzelantriebsleistung "proz. Anteil P ind." betrachtet.

Fig. 4

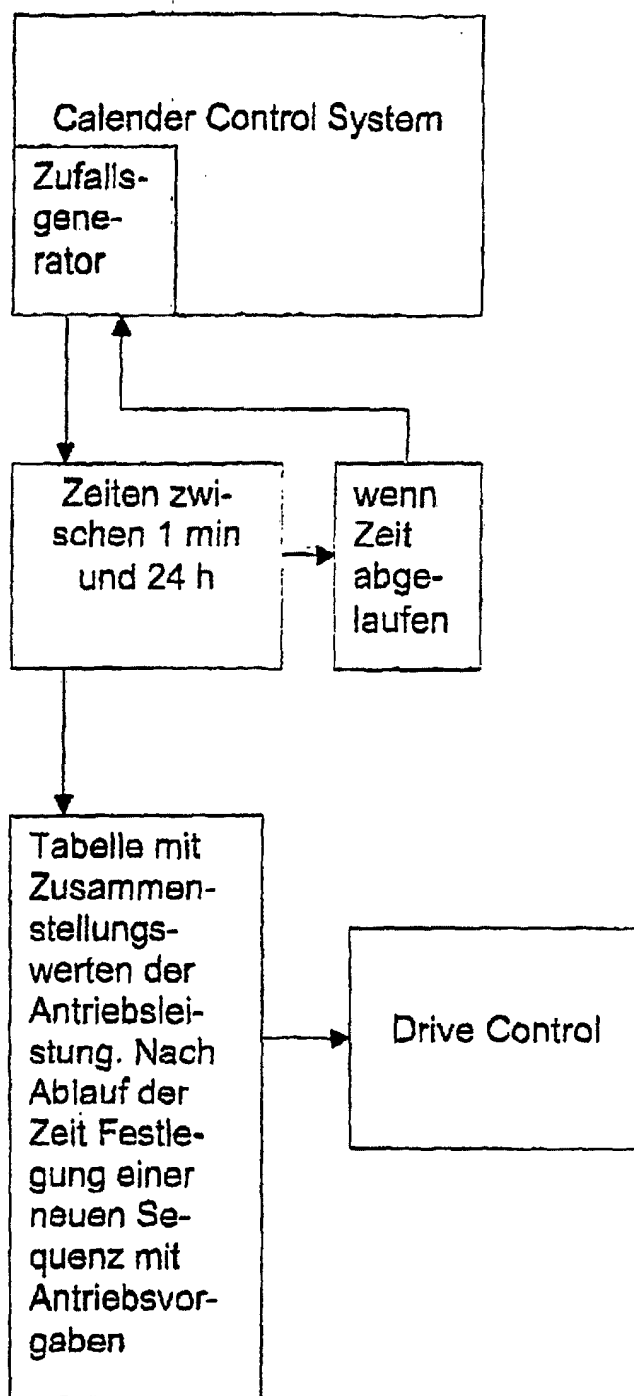


Fig. 5