



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 149 697 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
31.10.2001 Patentblatt 2001/44

(51) Int Cl.7: **B41F 13/14**

(21) Anmeldenummer: **01108659.2**

(22) Anmeldetag: **06.04.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **10.04.2000 DE 10017525**
28.03.2001 DE 10115546

(71) Anmelder: **MAN Roland Druckmaschinen AG**
63075 Offenbach (DE)

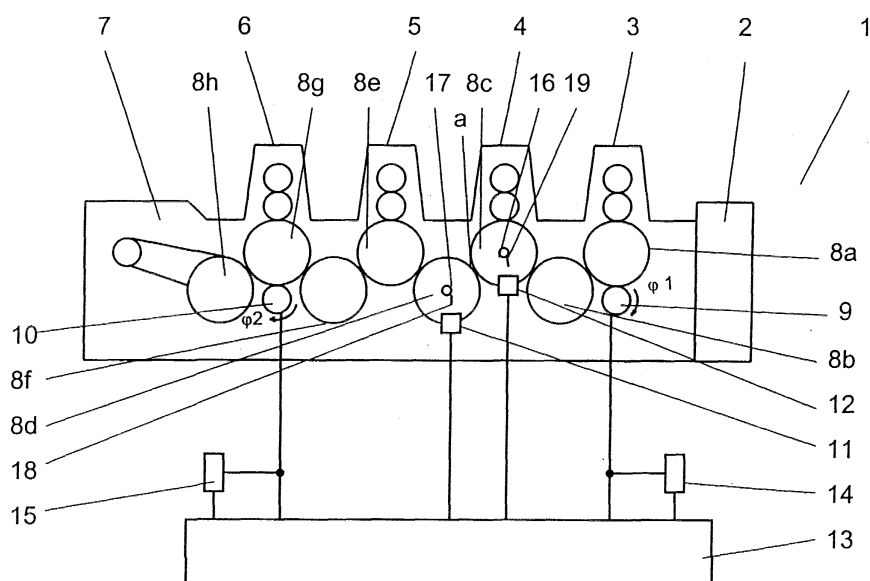
(72) Erfinder:
• **Wiese, Holger, Dr.**
63179 Obertshausen (DE)
• **Gensheimer, Valentin**
63165 Mühlheim/Main (DE)
• **Blumör, Joachim**
63512 Hainburg (DE)
• **Garrelts, Steffen, Dr.**
63773 Goldbach (DE)

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben einer Druckmaschine mit zwei Einzelantrieben

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Druckmaschine, insbesondere einer Bogenoffsetdruckmaschine, bei welchem zwei unabhängig voneinander betriebene, lageregelbare Einzelantriebe (9,10) in einen durchgehenden Räderzug (8a-8h) einspeisen, wodurch die mit dem Räderzug gekoppelten Teileinheiten (3,4,5,6) der Druckmaschine angetrieben werden und eine Verdrehung des Räderzuges zwischen

den Eintriebsstellen der Einzelantriebe erzeugt wird.

Um trotz der starren winkelsynchronen Drehung an den Eintriebsstellen der Einzelantriebe ein Abheben der Zahnflanken des Räderzuges sicher zu verhindern, wird die Drehwinkelstellung des Räderzuges an zwei Positionen (11,18,12,19) gemessen, wobei die Lage eines Einzelantriebes in Abhängigkeit von der sich aus diesen Drehwinkelstellungen ergebenden Differenz eingestellt wird.



Figur 1

EP 1 149 697 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Druckmaschine, insbesondere einer Bogenoffsetdruckmaschine, bei welchem zwei unabhängig voneinander betriebene, lageregelbare Einzelantriebe in einen durchgehenden Räderzug einspeisen, wodurch die mit dem Räderzug gekoppelten Teileinheiten der Druckmaschine angetrieben werden und eine Verdrehung des Räderzuges zwischen den Eintriebsstellen der Einzelantriebe erzeugt wird sowie einen Antrieb zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Bei Bogenoffsetdruckmaschinen werden die Zylinder der Druckwerke sowie die dem Bogentransport dienenden Zylinder und Trommeln über einen durchgehenden Räderzug angetrieben. In diesem Räderzug entstehen insbesondere bei einer hohen Anzahl von Druckwerken sehr große Lastmomente, die eine Torsion des Räderzuges zwischen den einzelnen Druckwerken bewirken.

[0003] Um lastabhängige Druckfehler der Druckmaschine zu verringern, ist gemäß der DE 42 10 988 A1 eine Einrichtung zum Regeln eines Mehrmotorantriebs einer Druckmaschine bekannt, bei welchem die Druckmaschine einen durchgehenden Zahnradzug und mehrere elektromotorische Einzelantriebe aufweist, die in den Räderzug einspeisen. An jedem leistungseinspeisenden Einzelantrieb wird die augenblickliche Stellung des Elektromotors in Form eines Drehwinkels gemessen und einer Regeleinrichtung zugeführt, welche aus den Drehwinkeldifferenzen zweier jeweils im Leistungsfluss benachbarter Motoren auf deren Leistungsflüsse schließt. In Abhängigkeit von der ermittelten Drehwinkeldifferenz werden die Stellglieder der Elektromotoren derart angesteuert, dass die elastische Verdrehung im Zahnradzug des Antriebs der Druckmaschine und somit auch die Leistungsflüsse konstant gehalten werden.

[0004] Trotz der Leistungsüberwachung und -bewertung der Einzelantriebe kann es auf Grund der Elastizität und Trägheit des Räderzuges immer wieder zum Abheben der Zahnflanken der Zahnräder innerhalb des Räderzuges kommen, was zu Passerfehlern und zum Doublieren des Druckbildes auf dem zu bedruckenden Stoff führt.

[0005] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben einer Druckmaschine anzugeben, bei welchem trotz der starren, winkelsynchronen Drehung an den Eintriebsstellen der elektromotorischen Einzelantriebe ein Abheben der Zahnflanken des Zahnradzuges sicher verhindert wird.

[0006] Erfindungsgemäss wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass die Drehwinkelstellung des Räderwerkes an zwei Positionen des Räderwerkes gemessen wird, wobei die Lage eines Einzelantriebes in Abhängigkeit von der sich aus diesen Drehwinkelstellungen ergebenden Differenz eingestellt wird.

[0007] Der Vorteil der Erfindung besteht darin, dass die tatsächliche Verdrehung im Räderwerk der Druckmaschine gemessen und zur Einstellung einer Vorspannung eines der Einzelantriebe gegenüber dem zweiten Einzelantrieb genutzt wird. Dadurch wird sichergestellt, dass alle ineinander greifenden Zahnflanken der Zahnräder des Räderzuges gerade aneinander anliegen und somit immer eine minimale positive Last auf den Räderzug übertragen wird. Ein unnötig starkes Verspannen der Zahnräder gegeneinander wird zuverlässig vermieden und ein erhöhter Verschleiß im Zahnradgetriebe unterbunden.

[0008] In einer Ausgestaltung wird die Drehwinkeldifferenz des Räderzuges vor Beginn des Druckprozesses in Abhängigkeit eines vorgegebenen Betriebszustandes der Druckmaschine ermittelt und der Einzelantrieb während des Druckprozesses um diese Drehwinkeldifferenz vorgespannt.

[0009] Vorteilhafterweise wird nach Einstellung des vorgegebenen Betriebszustandes der Druckmaschine der Räderzug durch den Einzelantrieb in eine vorgegebene Drehrichtung bewegt, wobei die Differenz der Drehwinkelstellung innerhalb des Räderzuges bestimmt wird, indem der Räderzug solange bewegt wird, bis bei mehrfacher Messung eine konstante Drehwinkeldifferenz ermittelt wird.

[0010] Durch diesen Initialisierungsvorgang wird automatisch für jeden Betriebsfall der Druckmaschine eine konstante Winkeldifferenz in Abhängigkeit von einem bestimmten Lastzustand der Druckmaschine erreicht. Der Lastzustand wird dabei insbesondere durch die Maschinendrehzahl der Druckmaschine, der Farbe in den Farbwerken und dem Druckzustand der Druckwerke charakterisiert. Für jede Belastungssituation der Druckmaschine ist somit einfach eine Vorspannung des Einzelantriebes ermittelbar.

[0011] In einer vorteilhaften Weiterbildung wird die Stellung des lageregelbaren Einzelantriebes vor der Bewegung des Räderzuges und nach Erreichen der konstanten Drehwinkeldifferenz des Einzelantriebes ermittelt, wobei aus den beiden Stellungen eine Drehwinkeldifferenz des Einzelantriebes bestimmt wird, wobei aus der Summe der Drehwinkeldifferenz des Räderzuges und der Drehwinkeldifferenz des Einzelantriebes die Vorspannung ermittelt wird, um welche der Einzelantrieb während des Druckprozesses vorgespannt wird.

[0012] Auf Grund der Vorspannungseinstellung des lageregelbaren Einzelantriebes kommt es infolge der Elastizität des Zahnradzuges sowie der vorliegenden Toleranzen zu einer definierten Vorspannung des Räderzuges, bei welcher das Zahnflankenspiel des Räderzuges bei jeder Winkelstellung herausgefahren ist.

[0013] Die Genauigkeit der Verdrehungsvoreinstellung des Räderzuges wird verbessert, wenn eine zusätzliche Drehwinkeldifferenz eingestellt wird, welche aus einer vorgegebenen Betriebslast und /oder der Räderzugsteifigkeit ermittelt wird.

[0014] In einer anderen Weiterbildung der Erfindung

sind zwei einzeln beaufschlagbare Einzelantriebe mit einer Steuereinheit verbunden, wobei die Einzelantriebe an zwei verschiedenen Stellen der Druckmaschine in einen durchgehenden Räderzug einspeisen, welcher mit den Teileinheiten der Druckmaschine gekoppelt ist, wobei ein lageregelbarer Einzelantrieb durch die Steuereinheit mit einem Sollwert beaufschlagbar ist, wodurch der Räderzug zwischen den beiden Einzelantrieben um einen vorgegebenen Winkelbetrag vorspannbar ist. Zur Verbesserung der Zahnflankenanlage der Zahnräder des Räderzuges sind an zwei verschiedenen Positionen innerhalb des Räderzuges Lagesensoren angeordnet, die mit der Steuereinheit verbunden sind und der Winkelstellung des Räderzuges in diesen Positionen entsprechende Signale an die Steuereinheit liefern, welche in Abhängigkeit von diesen Winkelstellungen einen Lagesollwert bestimmt, mit welchem ein Einzelantrieb während des Druckprozesses beaufschlagbar ist.

[0015] In einer Ausgestaltung werden besonders genaue Ergebnisse über die Verdrehung des Räderwerkes erzielt, wenn die Winkelstellung zweier im Räderzug benachbart angeordneter Zahnräder detektiert wird, wobei jeder Lagesensor pro Zahnradumdrehung ein Signal abgibt, aus welchen die Steuereinheit bei vorgegebenen Betriebsbedingungen eine Drehwinkeldifferenz berechnet.

[0016] Der Spiel der Zahnflanken der Zahnräder wird sicher dann unterbunden, wenn die Steuereinheit den Einzelantrieb mit einem Sollwert beaufschlagt, der aus der Drehwinkeldifferenz des Räderzuges und einer Drehwinkeldifferenz des Einzelantriebes ermittelbar ist.

[0017] Durch diese Vorgehensweise ist es möglich, dass alle Komponenten der Druckmaschine nur von zwei Einzelantrieben gespeist werden, wobei jeder Einzelantrieb über den Räderzug eine vorgegebene Anzahl der Teileinheiten der Druckmaschine antreibt.

[0018] Nach einer Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass jeder Antrieb für einen Elektromotor einen eigenen, unabhängigen Drehzahlregelkreis besitzt. Diesen Drehzahlregelkreisen werden identische Drehzahl-Grundsollwerte zugeführt. Mit Ausnahme eines Leitantriebes erhält jeder Folgeantrieb einen weiteren Sollwert, den Drehzahl-Zusatzsollwert, der durch einen dem Folgeantrieb zugeordneten Differenzwinkelregler gebildet wird.

[0019] Als Istwert jedes dieser Differenzwinkelregler kann die aus den Istwinkeln des betreffenden Folgeantriebs und eines benachbarten Folgeantriebs gebildete Differenz oder die aus den Istwinkeln des betreffenden Folgeantriebs und des Leitantriebs gebildete Differenz herangezogen werden. Dabei muss der Leitantrieb nicht notwendigerweise dem betrachteten Folgeantrieb benachbart sein. Alternativ kann die Differenz der Istwinkel auch anhand einer Differenzbildung von Istdrehzahlen zweier Antriebe mit nachfolgender Integration zur Ermittlung eines Differenzwinkels realisiert werden. Auch hier können wahlweise die Istdrehzahlen des betreffenden und eines benachbarten Folgeantriebs oder

des betreffenden Folgeantriebs und des Leitantriebs zur Differenzbildung herangezogen werden.

[0020] Das Regelungskonzept kann im Bedarfsfall um eine Strom- bzw. Drehmomentenvorsteuerung in jedem oder nur in einzelnen Regelkreisen erweitert werden. Dazu werden aus den Stellgrößen der Differenzwinkelregler Vorsteuerströme bzw. -drehmomente berechnet. Diese Vorsteuergrößen werden als Zusatzsollwerte den Strom- bzw. Drehmomentreglern der jeweiligen Folgeantriebe aufgeschaltet.

[0021] Basis für die Erfassung der Istgrößen (Istwinkel und/oder Istdrehzahlen) sind Absolutgeber (Winkelsensoren) oder inkrementell arbeitende Geber mit Referenzsignal zur Bestimmung der Absolutposition.

[0022] Zur Ermittlung von fest eingestellten Werten zur Sollwertvorgabe für die Differenzwinkelregler können im Räderzug an verschiedenen Positionen mindestens zwei Sensoren angeordnet sein, die in Abhängigkeit von variablen Betriebszuständen der Druckmaschine (z.B. abhängig von Drehzahl, Temperatur etc.) Winkelinformationen liefern. Mit Hilfe einer Vielzahl von temporär variierten Soll-Differenzwinkeln können Basiswerte für die Differenzwinklereinstellung der einzelnen Antriebsachsen relativ zueinander ermittelt und als statische Sollwertvorgabe in den Differenzwinkelreglern hinterlegt werden.

[0023] Die Ermittlung einer Sollwertvorgabe für die Differenzwinkelregler kann auch auf Basis von weiteren unterschiedlichen Grundlagen erfolgen, z. B.: durch weitere festeingestellte Werte oder durch beliebige Bewegungsgrößen (Winkelgeschwindigkeiten oder -beschleunigungen) oder durch Kraftgrößen (Antriebs- und Schnittmomente) oder durch elektrische Größen (Antriebsströme, -spannungen) sowie Kombinationen dieser Größen. Dadurch lässt sich eine dynamische Veränderung des Differenzwinkel-Sollwertes erreichen, um beispielsweise die Passerdifferenzen zwischen den einzelnen Druckwerken bei Maschinengeschwindigkeitsänderungen optimieren zu können.

[0024] Dadurch ergeben sich gegenüber dem Stand der Technik folgende Vorteile:

- Durch den Einsatz von Längswellen im Antriebsstrang einer Druckmaschine wird lediglich eine feste, unveränderbare Versteifung durch einen fest eingestellten Differenzwinkel erreicht. Demgegenüber bietet die Differenzwinkelregelung die Möglichkeit, veränderliche, dem Druckauftrag angepasste Steifigkeiten nachzubilden. Diese Veränderungen können während des Druckbetriebs durch entsprechende Algorithmen, die in der Differenzwinkel-Sollwertvorgabe hinterlegt sind, vorgenommen werden.
- Durch die Mehrmotoren-Antriebstechnik ist die Anzahl der Units innerhalb einer Bogen-Druckmaschine nicht begrenzt. Bei der Längswellentechnik nimmt mit zunehmender Unit-Anzahl die Grenzfrequenz

quenz stetig ab, so dass die maximal mögliche Maschinendrehzahl sinkt.

- Mit Hilfe der Mehrmotoren-Antriebstechnik lässt sich eine automatisierte Zahnspielausstellung bei beliebigen Betriebszuständen verwirklichen.
- Auf Grund der Weiterentwicklungen der Mehrmotoren-Antriebstechnik ergibt sich eine höhere Wirtschaftlichkeit gegenüber der momentan eingesetzten Längswellenteknik.

[0025] Diesen Drehzahlregelkreisen werden identische Drehzahl-Grundsollwerte zugeführt. Mit Ausnahme eines Leitantriebes erhält jeder Folgeantrieb einen weiteren Sollwert, den Drehzahl-Zusatzsollwert, der durch einen dem Folgeantrieb zugeordneten Differenzwinkelregler gebildet wird.

[0026] Die Erfindung lässt zahlreiche Ausführungsformen zu. Eine davon soll anhand der in der Zeichnung dargestellten Figuren näher erläutert werden.

[0027] Es zeigt:

Figur 1: erfindungsgemäße Vorrichtung

Figur 2: Impulsverlauf pro Zahnradumdrehung

[0028] Figur 1 zeigt eine Druckmaschine 1, welche aus einem Anleger 2, mehreren als Druckwerke ausgebildeten Teileinheiten 3 bis 6 sowie einem Ausleger 7 besteht. Der Antrieb der Druckmaschine 1 vom Anleger 2 über die Druckwerke 3 bis 6 zum Ausleger 7 erfolgt über einen geschlossenen Räderzug 8, welcher durch ineinander greifende Zahnräder 8a bis 8h gebildet wird. Über diesen mechanischen Räderzug 8 sind in den einzelnen Druckwerken 3 bis 6 nicht weiter beschriebene Gummituchzylinder, die mit Gegendruckzylindern zusammenwirken und den Gegendruckzylindern nachgeordnete Transfertrommeln gekoppelt.

Der Weg des Bedruckstoffes bei der in der Figur 1 dargestellten Konfiguration erfolgt in Richtung des Pfeiles von rechts nach links.

[0029] An zwei Stellen des Räderwerkes 8 greifen zwei lageregelbare Einzelantriebe 9 und 10 ein. Jeder lageregelbare Einzelantrieb 9 und 10 ist als Elektromotor ausgebildet, wobei der Einzelantrieb 9 die Teileinheiten 3 und 4 und der Einzelantrieb 10 die Teileinheiten 5 und 6 sowie den Ausleger 7 antreibt.

[0030] Ein Impulsgeber 11 ist gegenüberliegend der Welle 17 des Zahnrades 8d und ein weiterer Impulsgeber 12 ist gegenüber der Welle 16 des Zahnrades 8c angeordnet. Jede Welle 16 bzw. 17 weist einen Vorsprung 18 bzw. 19 auf.

[0031] Beide Impulsgeber 11, 12 sind so ausgebildet, dass sie in je einer genau definierten Winkelstellung der beiden Zahnräder 8c, 8d beim Vorbeilaufen des Vorsprungs 18 bzw. 19 je einen elektrischen Impuls pro Zahnradumdrehung ausgeben. In Figur 2 zeigt die obere

Darstellung den Impulsverlauf am Impulsgeber 11 und die untere Darstellung den Impulsverlauf am Impulsgeber 12, wie er von einer mit den Impulsgebern 11 und 12 verbundenen Steuereinheit 13 detektiert wird.

[0032] Darüber hinaus ist die Steuereinheit 13 direkt mit den Einzelantrieben 9 und 10 verbunden und wirkt über jeweils ein Stellglied 14 bzw. 15 auf die Einzelantriebe 9 und 10 ein.

[0033] Im Betrieb der Druckmaschine greift die Steuereinheit 13 auf die Einzelantriebe 9 und 10 zu und erzwingt einen drehwinkelsynchronen Lauf der Antriebs-elemente 9 und 10 an den Eintriebsstellen. Dabei ermittelt die Steuereinheit 13 die tatsächliche Lage jedes Einzelantriebes 9, 10 und vergleicht diese mit in der Steuereinheit abgespeicherten Sollwerten. Ausgehend von diesem Vergleich wird jeder Einzelantrieb 9, 10 von der Steuereinheit 13 individuell über das Stellglied 14, 15 angesteuert. Der Einzelantrieb 9 wird dabei um den Winkel φ_1 und der Einzelantrieb 10 um den Winkel φ_2 verdreht.

[0034] Durch eine erfindungsgemäß ermittelte Sollwertvorgabe sollen die Einzelantriebe 9 und 10 derart angesteuert werden, dass zusätzlich eine vorgegebene konstante Verdrehung $\Delta\varphi$ des Räderzuges zwischen den Eintriebsstellen der Einzelantriebe 9, 10 gewährleistet wird. Indikator für das Vorhandensein einer solchen Verdrehung $\Delta\varphi$ ist, dass sich die Zahnflanken zweier benachbart angeordneter, ineinander greifender Zahnräder am Zahneingriff a unter Betriebsbedingungen gerade berühren und eventuell noch eine geringe Last übertragen.

[0035] Der sich aus den Impulsverläufen ergebende zeitliche Abstand Δt der an den Impulsgebern 11, 12 gemessenen Impulse und seine zeitlichen Änderungen wird durch die Steuereinheit 13 gemessen und bei konstanter Maschinendrehzahl in eine proportionale Drehwinkeldifferenz umgerechnet.

[0036] Zur richtigen Bestimmung der Drehwinkeldifferenz $\Delta\varphi$ zwischen den Eintriebsstellen der Einzelantriebe 9, 10 werden bei abgeschalteter Regelung der Einzelantriebe 9, 10 die von den Impulsgebern 11, 12 gelieferten Impulse ausgewertet.

[0037] Dazu wird die Druckmaschine 1 zunächst zur Erzeugung bestimmter Lastverhältnisse in einen vorgegebenen Betriebszustand gebracht, in dem die Farben in den Druckwerken bereitgestellt sowie die Druckwerke eingeschaltet werden. Außerdem wird eine Maschinendrehzahl eingestellt. Anschließend wird am Einzelantrieb 9 durch die Steuereinheit 13 eine Nacheilung gegenüber dem Einzelantrieb 10 erzeugt und solange gesteigert, bis die Zeitdifferenz Δt_1 zwischen den von den Impulsgebern 11 und 12 erzeugten Impulsen konstant bleibt. Die konstante Zeitdifferenz Δt_1 wird in der Steuereinheit 13 gespeichert.

[0038] Danach steuert die Steuereinheit 13 den Einzelantrieb 9 in die entgegengesetzte Richtung, so dass sich eine Voreilung am Eintrieb des Einzelantriebes 9 gegenüber dem Eintrieb des Einzelantriebes 10 einstellt.

Auch diese Nacheilung wird solange gesteigert, bis die zeitliche Differenz zwischen den von den Impulsgebern 11, 12 abgegebenen Impulsen konstant ist. Die so ermittelte konstante Zeitdifferenz Δt_2 wird im Speicher der Steuereinheit 13 abgelegt. Außerdem wird die Lage des Elektromotors nach Einstellung der Voreilung bestimmt und zur Ermittlung der Drehwinkeldifferenz $\Delta\phi_2$ analog zur Voreilung genutzt.

[0039] Die Steuereinheit 13 subtrahiert sodann die Zeitdifferenz Δt_2 und berechnet daraus eine Winkeldifferenz $\Delta\phi_2$, zu der die Winkeldifferenz $\Delta\phi_2$ addiert wird.

[0040] Die so bestimmte Winkeldifferenz $\Delta\phi$ wird als Sollwert unter Produktionsbedingungen der Regelung des Einzelantriebs 9 durch die Steuereinheit 13 zugrunde gelegt. Damit wird immer eine leichtberührende Anlage der Zahnflanken in eine vorgegebene Bewegungsrichtung des Räderzuges 8 gewährleistet.

[0041] Zusätzlich zu der empirisch ermittelten Voreilung wird eine weitere Voreilung $\Delta\phi_3$ für den Eintrieb des Einzelantriebs 9 durch die Steuereinheit 13 erzeugt. Diese Voreilung $\Delta\phi_3$ bestimmt sich aus der gewünschten Betriebslast der Druckmaschine im Zahneingriff und der Räderzugsteifigkeit. Vorteilhafterweise ist die Voreilung $\Delta\phi_3$ einem in der Steuereinheit 13 abgespeicherten Kennfeld zu entnehmen. Diese Voreilung $\Delta\phi_3$ wird zu der Voreilung $\Delta\phi$ addiert und bei der Regelung des Einzelantriebs 9 als Sollwert mit berücksichtigt.

[0042] Das erfindungsgemäße Verfahren ist für verschiedene Ausgestaltungen der Druckmaschine anwendbar. So ist Anzahl und Ausbildung der Teileinheiten 3 bis 6 variabel und kann von Druckmaschine zu Druckmaschine unterschiedlich sein.

[0043] Zur Ermittlung einer Sollwertvorgabe, also der Verdrehung $\Delta\phi$ zwischen den Eintriebsstellen der Einzelantriebe 9, 10 kann auch vorgesehen sein, das Antriebsmoment des ersten und des zweiten Einzelantriebs 9, 10 zu variieren bzw. dass zur Bestimmung der Sollwerte für die Lageregelung eine bei einem bestimmten Verhältnis der von den Einzelantrieben einzuspeisenden Drehmomente sich im Räderzug ergebende Verdrehung $\Delta\phi$ ermittelt wird. Bei Versuchsläufen der Maschine wird dazu die Momentaufnahme der Einzelantriebe durch spezielle Sensoren gemessen oder über die Stromwerte der Antriebsmotoren indirekt ermittelt.

[0044] Dazu wird vorzugsweise das über den ersten Antrieb 9 in den Räderzug 8a - 8h eingespeiste Antriebsmoment erhöht, so dass zur Aufrechterhaltung einer vorgegebenen Drehzahl das über den zweiten Antrieb 10 einzuspeisende Moment kleiner wird. Die über den ersten und den zweiten Motor 9, 10 eingespeisten Momente werden miteinander verglichen und zur Bestimmung eines Sollwertes für die Lageregelung der beiden Einzelantriebe, also für die Verdrehung $\Delta\phi$ des Räderzuges 8a - 8h herangezogen. So ist ein Winkelwert $\Delta\phi$ bestimmbar, der einem bestimmten Momentenverhältnis entspricht. Weiterbildend kann auch vorgesehen sein, die Bestimmung von Verdrehwinkeln $\Delta\phi$ bei

verschiedenen Drehzahlen und / oder verschiedenen Lastsituationen durchzuführen.

[0045] Bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung zur Bestimmung einer Sollwertvorgabe (Bestimmung des Verdrehwinkels $\Delta\phi$) ist vorgesehen, zunächst über den ersten Antriebsmotor 9 die Maschine anzutreiben, so dass garantiert eine Flankenanlage im gesamten Räderzug vorliegt. Daraufhin wird bei stromfrei geschalteten Motor 9 der zweite Antriebsmotor 10 angesteuert und die vom Räderzug ausgeführten Bewegungen werden über die Lagegeber (Impuls- bzw. Winkelgeber) 11, 12 erfasst. So ist insbesondere der vom zweiten Motor 10 auszuführende Winkelbetrag ermittelbar, bis die durch die Umkehr der Flankenanlage im Räderzug 8a - 8h bewirkte Lose herausgefahren wird. Der so bestimmte Winkelbetrag kann dann als Verdrehwinkel $\Delta\phi$ der Sollwerte zur Lageregelung der Einzelantriebe 9, 10 verwendet werden.

20 Bezugszeichen

[0046]

1	Druckmaschine
2	Anleger
3	Druckwerk
4	Druckwerk
5	Druckwerk
6	Druckwerk
7	Ausleger
8	Räderzug
8a-8h	Zahnräder
9	Einzelantrieb
10	Einzelantrieb
11	Impulsgeber
12	Impulsgeber
13	Steuereinheit
14	Stellglied
15	Stellglied
16	Welle
17	Welle
18	Vorsprung
19	Vorsprung

45 Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Druckmaschine, insbesondere einer Bogenoffsetdruckmaschine, bei welchem zwei unabhängig voneinander betriebene, lageregelbare Einzelantriebe in einen durchgehenden Räderzug einspeisen, wodurch die mit dem Räderzug gekoppelten Teileinheiten der Druckmaschine angetrieben werden und eine Verdrehung des Räderzuges zwischen den Eintriebsstellen der Einzelantriebe erzeugt wird **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehwinkelstellung des Räderzuges an zwei verschiedenen Positionen ge-

messen wird, wobei die Lage eines Einzelantriebes in Abhängigkeit von der sich aus diesen Drehwinkelstellungen ergebenden Differenz eingestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehwinkeldifferenz des Räderzuges vor Beginn des Druckprozesses in Abhängigkeit eines vorgegebenen Betriebszustandes der Druckmaschine ermittelt wird und der Einzelantrieb während des Druckprozesses um diese Drehwinkeldifferenz vorgespannt wird. 10
3. Verfahren nach Anspruch 2 **dadurch gekennzeichnet, dass** nach Einstellung des vorgegebenen Betriebszustandes der Druckmaschine der Räderzug durch den Einzelantrieb in eine vorgegebene Drehrichtung bewegt wird, wobei die Differenz der Drehwinkelstellungen innerhalb des Räderzuges bestimmt wird, indem der Räderzug solange bewegt wird, bis bei mehrfacher Messung eine konstante Drehwinkeldifferenz des Räderzuges ermittelt wird. 15 20
4. Verfahren nach Anspruch 3 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stellung des lageregelbaren Einzelantriebes vor der Bewegung des Räderzuges und nach Erreichen der konstanten Drehwinkeldifferenz des Räderzuges ermittelt wird, wobei aus den beiden Stellungen eine Drehwinkeldifferenz des Einzelantriebes bestimmt wird und aus der Summe der Drehwinkeldifferenz des Räderzuges und der Drehwinkeldifferenz des Einzelantriebes die Verspannung ermittelt wird, um welche der Einzelantrieb während des Druckprozesses vorgespannt wird. 25 30 35
5. Verfahren nach Anspruch 4 **dadurch gekennzeichnet, dass** während des Druckprozesses an dem Einzelantrieb eine weitere Drehwinkeldifferenz eingestellt wird, welche aus einer vorgegebenen Betriebslast und/oder der Räderzugsteifigkeit ermittelt wird. 40
6. Verfahren nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehzahl-Sollwerte für die Einzelantriebe als Summe aus einem Drehzahl-Grund-sollwert und Drehzahl-Zusatzsollwerten gebildet werden, wobei letztere aus den Differenzwinkelreglern generiert werden. 45 50
7. Verfahren nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Differenzwinkel-Sollwerte in Abhängigkeit von: 55

Bewegungsgrößen,
Kraftgrößen (Drehmomente),
elektrischen Größen,

sowie deren Kombination generiert werden.

8. Verfahren nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Differenzwinkel-Sollwertvorgaben maschinenindividuell ermittelt werden. 5
9. Verfahren nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bestimmung der Istwerte für die Differenzwinkelregler zwischen beliebigen, nicht notwendigerweise benachbarten Antriebsachsen mittels Differenzbildung von den zugehörigen Istwinkel-Signalen oder mittels Differenzbildung der Istdrehzahl-Signale mit anschließender Integration erfolgt. 10
10. Verfahren nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens 2 an verschiedenen Positionen des Räderzuges angeordnete Sensoren Winkelinformationen in Abhängigkeit von variablen Betriebszuständen der Druckmaschine (z. B. Drehzahl, Temperatur) liefern und mit Hilfe einer Vielzahl von temporär variierten Soll-Differenzwinkeln Basis-Sollwerte für die Differenzwinkelregelung der einzelnen Antriebsachsen relativ zueinander ermittelt werden. 15
11. Verfahren nach Anspruch 1 **gekennzeichnet durch** folgende Verfahrensschritte ausgeführt an einem Mehrmotorenantrieb mit 2 Antrieben: 20
 - die Maschine in einen relevanten Betriebszustand bringen (z. B. Farbe in den Farbwerken, Druck an, Maschinendrehzahl ungleich Null)
 - am Eintrieb eine Voreilung erzwingen und so lange steigern, bis Δt sich nicht ändert, der erreichte Endwert Δt_1 wird gespeichert
 - am Eintrieb eine Nacheilung erzwingen und so lange steigern, bis Δt sich nicht mehr ändert, die Endwerte Δt_2 und $\Delta \phi_2$ werden gespeichert
 - aus $\Delta t_1 - \Delta t_2$ eine Winkelverdrehung $\Delta \phi_2^*$ errechnen
 - am Eintrieb eine Voreilung gemäß $\Delta \phi_2 + \Delta \phi_2^*$ (Differenzwinkel-Sollwert) erzwingen bzw. diesen Wert als potenziellen Basis-Differenzwinkel-Sollwert zum Rückgriff auf den betreffenden Betriebszustand abspeichern. 25
12. Verfahren nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Bestimmung der Sollwerte für die Lageregelung eine bei einem bestimmten Verhältnis der von den Einzelantrieben einzuspeisenden Drehmomente sich im Räderzug ergebende Verdrehung $\Delta \phi$ ermittelt wird. 30
13. Verfahren nach Anspruch 12 **dadurch gekennzeichnet, dass** Verdrehungen $\Delta \phi$ für verschiedene Last- und oder Drehzahlsituationen der Druckmaschine bestimmt werden. 35 40 45 50 55

14. Verfahren nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Bestimmung der Sollwerte für die Lageregelung eine Verdrehung $\Delta\varphi$ ermittelt wird, welche einem durch Zahnflankenwechsel bedingten Verdrehweg des Räderzuges zwischen den Einzelantrieben entspricht. 5
15. Verfahren nach Anspruch 14 **dadurch gekennzeichnet, dass** mit dem ersten Antriebsmotor zunächst eine definierte Zahnflankenanlage im Räderzug erzeugt wird, dass der erste Antrieb stromlos geschaltet wird, dass der zweite Antrieb angesteuert wird, und dass die dadurch bedingten Bewegungen im Räderzug ermittelt und zur Bestimmung eines Verdrehwinkels $\Delta\varphi$ herangezogen werden. 10 15
16. Antrieb für eine Druckmaschine, insbesondere einer Bogenoffsetdruckmaschine, zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, bei welchem eine Steuereinheit mit zwei unabhängig voneinander beaufschlagbaren, lageregelbaren Einzelantrieben verbunden ist und die Einzelantriebe an zwei verschiedenen Stellen in einen durchgehenden Räderzug einspeisen, welcher mit den Teileinheiten der Druckmaschine gekoppelt ist, wobei ein lageregelbarer Einzelantrieb durch die Steuereinheit mit einem Sollwert beaufschlagbar ist, wodurch der Räderzug zwischen den beiden Einzelantrieben um einen vorgegebenen Winkelbetrag vorspannbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei an verschiedenen Positionen innerhalb des Räderzuges (8) angeordnete Lagesensoren (11, 12) mit der Steuereinheit (13) verbunden sind und die Lagesensoren (11, 12) der Winkelstellung des Räderzuges (8) in diesen Positionen entsprechende Signale an die Steuereinheit (13) liefern, welche in Abhängigkeit von diesen Winkelstellungen einen Lagesollwert bestimmt, mit welchem ein Einzelantrieb (9) während des Druckprozesses beaufschlagbar ist. 20 25 30 35 40
17. Antrieb nach Anspruch 16 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lagesensoren (11, 12) die Winkelstellung zweier benachbart angeordneter Zahnräder (8c, 8d) des Räderzuges (8) detektieren, wobei jeder Lagesensor (11, 12) pro Zahnradumdrehung ein Signal abgibt, aus welchen die Steuereinheit (13) bei vorgegebenen Betriebsbedingungen eine Drehwinkeldifferenz zur Bestimmung des Sollwertes berechnet. 45 50
18. Antrieb nach Anspruch 16 und 17 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (13) den Einzelantrieb (9) mit einem Sollwert beaufschlagt, der aus der Drehwinkeldifferenz des Räderzuges (8) und einer Drehwinkeldifferenz des Einzelantriebes (9) ermittelbar ist. 55
19. Antrieb nach Anspruch 18 **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Einzelantrieb (9, 10) über den Räderzug (8) eine vorgegebene Anzahl der Teileinheiten (3, 4, 5, 6, 7) der Druckmaschine (1) antreibt.
20. Antrieb nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedem Einzelantrieb (9) eine Drehzahl-Regelkreiskaskade, bestehend aus Drehzahlreglern und unterlagerten Strom- bzw. Momentenregelkreisen zugeordnet ist mit einem eine Verkoppelung der Einzelantriebe bewirkenden Differenzwinkelregler.

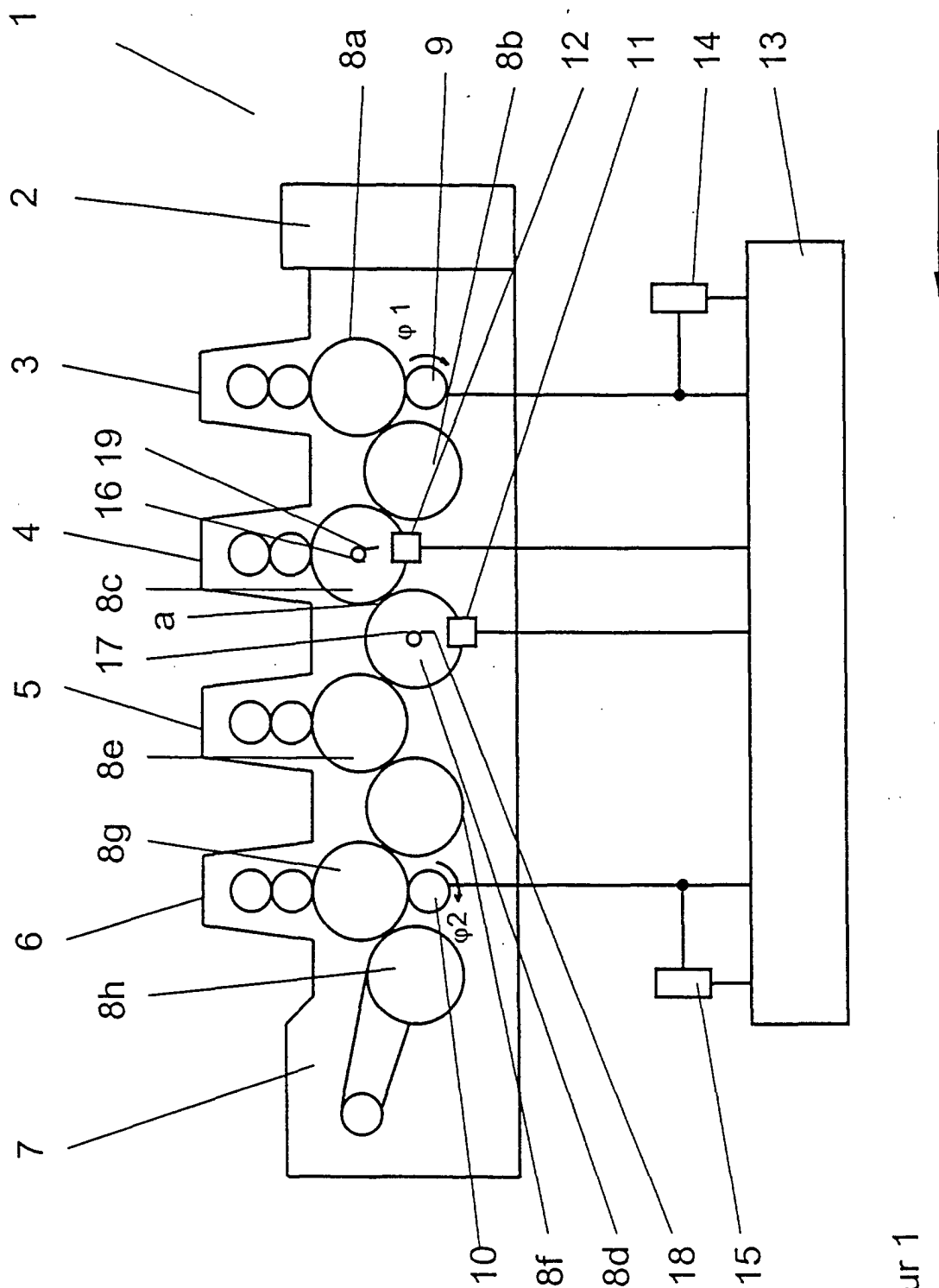


Figure 1

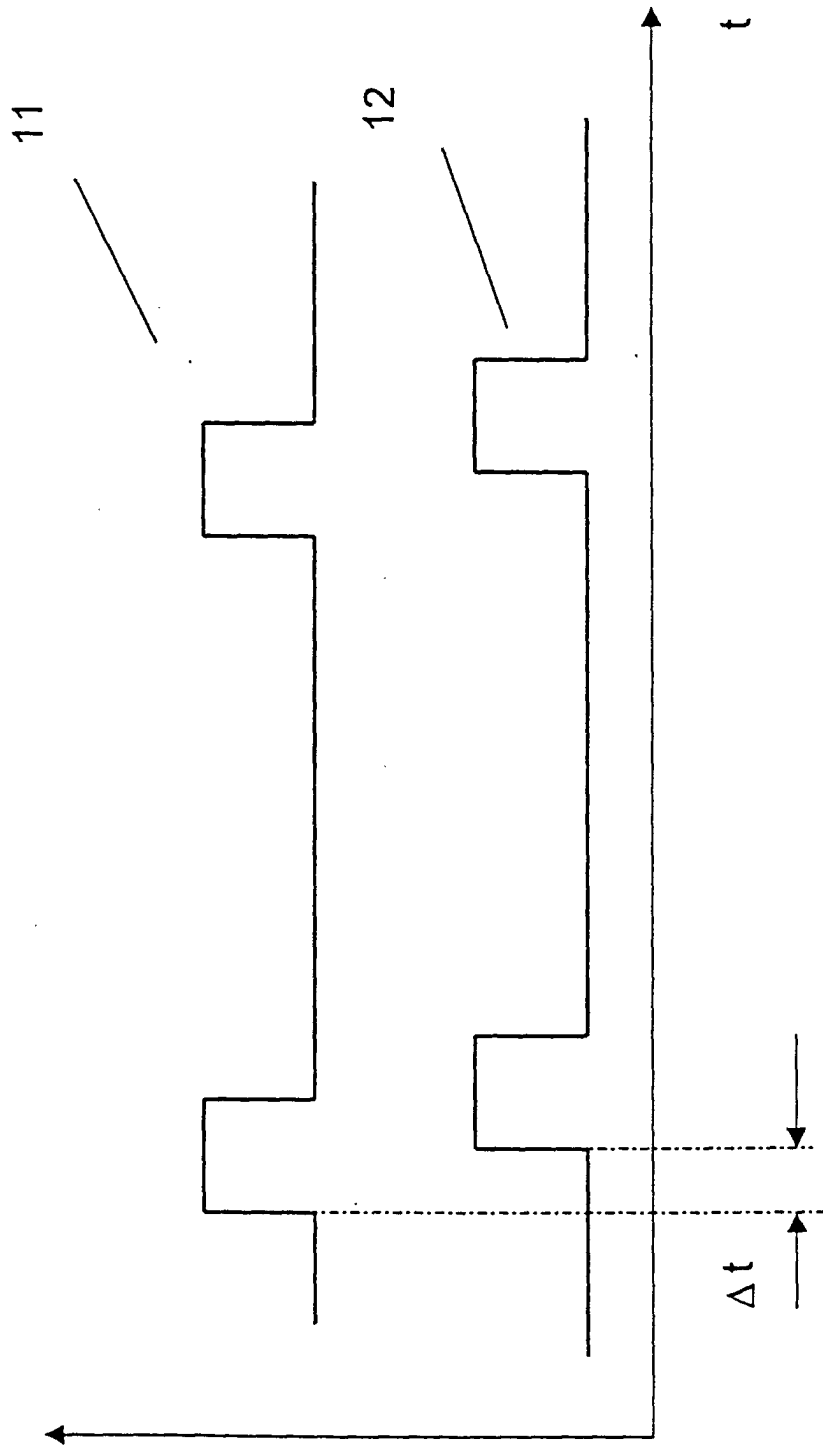


Figure 2