

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 519 398 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **92110143.2**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **D21F 7/00, D21F 1/36**

(22) Anmeldetag: **16.06.92**

(30) Priorität: **19.06.91 DE 4120234**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**23.12.92 Patentblatt 92/52**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT CH DE LI**

(71) Anmelder: **DR. ING. H.F. SCHWARK GmbH**  
**Maria-Theresia-Strasse 6**  
**W-8000 München 80(DE)**

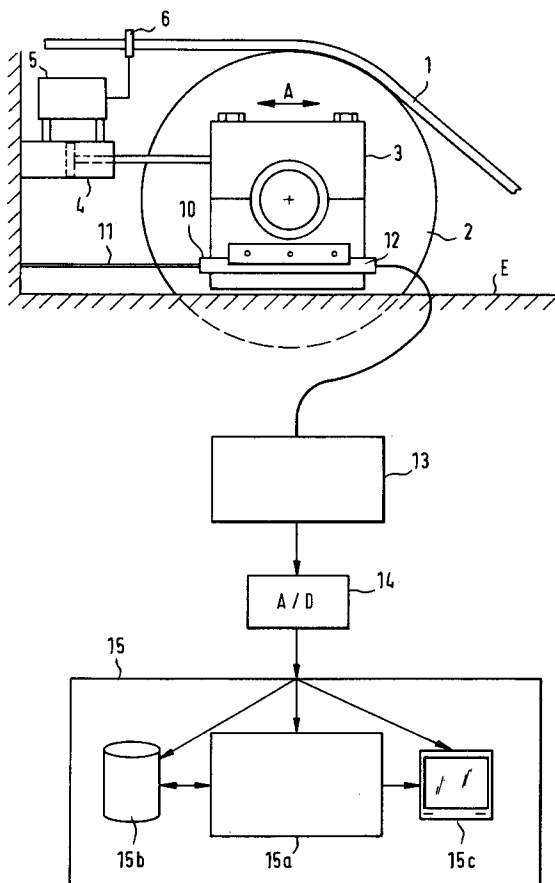
(72) Erfinder: **Wensauer, Ferdinand**  
**Schultheiss-Kiefer-Strasse 5**  
**W-7500 Karlsruhe 51(DE)**

(74) Vertreter: **Ritter und Edler von Fischern,**  
**Bernhard, Dipl.-Ing. et al**  
**HOFFMANN - EITLE & PARTNER**  
**Arabellastrasse 4**  
**W-8000 München 81(DE)**

### (54) Überwachungs- und Prüfvorrichtung.

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Überwachung und Prüfung des Betriebszustandes einer Maschine, die ein endloses Band aufweist, dessen Bandlauf mittels eines Bandlaufreglers und/oder dessen Bandspannung mittels eines Bandspannungsreglers geregelt wird. Um Rückschlüsse auf den Betriebszustand der Maschine durchführen zu können, umfaßt die Maschine einen Sensor zur Erfassung der Position des den Bandlauf bzw. die Bandspannung beeinflussenden Maschinenteils, eine Ausleseeinrichtung sowie einen A/D-Wandler zur Umwandlung des analogen Positionssignals in digitale Positionsdaten und eine Verarbeitungseinrichtung mit Rechneinheit, Speichereinheit und Anzeigeeinheit zur Speicherung und Verarbeitung der Positionsdaten zur Ermittlung charakteristischer Werte, die den Positionsdaten innewohnen und Aussagen über den Betriebszustand erlauben.

Fig.1



EP 0 519 398 A1

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Überwachung und Prüfung des Betriebszustandes einer ein endloses Band aufweisenden Maschine.

In zahlreichen industriellen Anwendungen werden Endlosbänder als Transport- und/oder Träger-einrichtungen, aber auch Bearbeitungseinrichtungen für herzustellende Produkte eingesetzt. Diese Bänder werden im allgemeinen über eine oft große Anzahl von Walzen geführt, durch eine geeignete Antriebseinrichtung in Bewegung versetzt bzw. gehalten und mittels Spanneinrichtungen gespannt. Anhand der Anwendung derartiger Endlosbänder bei der Papierherstellung werden im folgenden Probleme beispielhaft geschildert, die beim Einsatz von Endlosbändern auftreten; die gleichen oder ähnliche Probleme treten aber auch bei anderen industriellen Anwendungen derartiger Endlosbänder auf.

Eine Produktionslinie zur Papierherstellung besteht im allgemeinen aus mehreren abgegrenzten Abschnitten, nämlich einer Siebpartie, einer Pressenpartie, einer Trockenpartie und einem Glättwerk bzw. einer Schlußgruppe. In der Sieb-, Pressen- und Trockenpartie werden die eingangs genannten endlosen Bänder in unterschiedlicher Ausgestaltung eingesetzt. So handelt es sich bei der Siebpartie um ein endloses umlaufendes Siebband, auf das an der Oberseite die Papierbahn über einen Stoffauflauf aufgebracht wird und das die Papierbahn trägt, weitertransportiert und dabei entwässert. Die Papierbahn wird von der Siebpartie weitergegeben an die Pressenpartie, in der ein endloses Filzband vorgesehen ist zur Aufnahme und Beseitigung weiterer Wasseranteile aus der Papierbahn. Ferner wird in der Pressenpartie die Papierbahn mit Hilfe mehrerer Preßwalzen und weiterer Preßfilz-Endlosbänder gepreßt. In der sich daran anschließenden Trockenpartie wird die Papierbahn über dampfbeheizte Walzen geführt und mit Trockenfilz-Endlosbändern in Kontakt gebracht, um auf die zulässige Restfeuchte getrocknet zu werden. Die in der Pressenpartie und der Trockenpartie vorgesehenen Endlosbänder dienen ebenfalls dem Transport und der Stützung, aber auch der Behandlung der Papierbahn und können je nach Anwendungsfall aus unterschiedlichen Materialien hergestellt sein.

Die Endlosbänder bei der Papierherstellung haben teilweise beträchtliche Abmessungen; Breiten bis zu 10 Meter sind keine Seltenheit. Auch die Laufgeschwindigkeit der Bänder ist in einigen Fällen sehr hoch und erreicht Werte bis zu 2000 m/min. Um einen gleichförmigen Bandlauf zu gewährleisten und ein Auswandern des Bandes, das auf mehrere Ursachen zurückgehen kann, zu verhindern, ist ein Bandlaufregler vorgesehen, der zu meist aus einer verstellbaren Walze besteht, die

sich wie eine der Antriebs-, Führungs- oder sonstigen Walzen der Bandführung quer zum Endlosband erstreckt und die in Bezug auf die senkrechte Ausrichtung zur Bandlängsrichtung schräg gestellt werden kann.

Um die Schrägstellung der Walze des Bandlaufreglers zu ermöglichen ist das eine Walzenlager um eine senkrecht zur Rotationsachse der Walze verlaufende Achse drehbar und das andere Walzenlager parallel zur Bandlaufrichtung linear verschiebbar ausgestaltet. Wird dieses Lager verschoben, wird die Walze in einer Schwenkbewegung um das drehbar gelagerte Lager zur Bandlaufrichtung verstellt. Auf das Band wirken aufgrund der Schrägstellung dann Kräfte, die das Band in eine durch die Schrägstellung vorgegebene Richtung bewegen, so daß der Geradeauslauf des Endlosbandes beeinflußt bzw. ein Verlaufen des Bandes aufgrund anderer Störungen ausgeglichen werden kann.

Die Verstellung der Bandlaufreglerwalze erfolgt kontinuierlich mit Hilfe eines Regelkreises, der den Bandlauf über einen Abtaster an der Kante des Bandes erfaßt und eine Verschiebung des verschiebbaren Lagers bewirkt, um den Bandlauf entsprechend einer Vorgabe auszuregulieren. Für die Bewegung des verschiebbaren Lagers der Bandlaufreglerwalze werden verschiedene Antriebseinheiten, wie etwa hydraulische, pneumatische, elektromagnetische oder elektromotorische Systeme eingesetzt. Die bekannten Bandlaufregler sorgen durch Schrägstellung der Bandlaufreglerwalze für eine Ausrichtung des Bandlaufes, der vom idealen Geradeauslauf des Bandes aufgrund zahlreicher Einflüsse abweichen kann.

Einflüsse, die den Geradeauslauf des Endlosbandes beeinträchtigen, gehen in den meisten Fällen von schrägstehenden Walzen in der das Endlosband aufweisenden Maschine aus. Denn die Ausrichtung der Walzen ist angesichts der Größe der Transport-, Bearbeitungs- und Antriebswalzen in z.B. einer Produktionsstraße zur Papierherstellung nicht derart exakt durchzuführen, daß die Walzen vollständig parallel zueinander ausgerichtet sind und während des Betriebes bleiben. Aber auch Fehler innerhalb des Bandes, die bei der Herstellung des Endlosbandes, bei dessen Lagerung oder im Laufe des Betriebs auftreten können, führen dazu, daß aufgrund unterschiedlicher Spannungen in Bandquerrichtungen sich eine das Band in Querrichtung verschiebende Kraft aufbaut, die den Geradeauslauf des Bandes störend beeinflußt.

Ferner sind während des Betriebs auch die übrigen Produktionsbedingungen, insbesondere beim Beispiel der Papierherstellung, geeignet, sich nachteilig auf den Geradeauslauf der Preßfilz-Endlosbänder oder der Trockenfilz-Endlosbänder auszuwirken. So ist beispielsweise eine ungleichmäßi-

ge Feuchte-, Gewichts- oder Dickenverteilung der Papierbahn in einer Richtung quer zur Bandlauf- richtung in der Lage, den Geradeauslauf des Ban- des zu beeinflussen. Eine ungleichmäßige Feuch- tigkeitsverteilung sorgt für eine unterschiedliche Bandspannung, wie etwa auch eine unterschiedli- che Gewichtsverteilung, wohingegen eine unter- schiedliche Dickenverteilung aufgrund der beim Ablauf auftretenden längeren Wege eine allmähli- che Verschiebung des Bandes und damit eine Ab- weichung vom Geradeauslauf bewirkt.

Diese Abweichungen vom Geradeauslauf wer- den zwar mit Hilfe von Bandlaufreglern ausgegli- chen, so daß der Produktionsprozeß fortgesetzt werden kann. Jedoch stellt die Ausregelung des Geradeauslaufs eine nicht unerhebliche Belastung des Bandes dar, die zu einer Verkürzung der Standzeit führt. Angesichts der teils erheblichen Kosten für die Endlosbänder, insbesondere bei der Papierherstellung, aber auch angesichts der Pro- duktionsunterbrechung, die bei jedem Wechsel ei- nes Endlosbandes erforderlich ist, besteht ein Inter- esse an der grundlegenden Beseitigung der den Gradeauslauf des Endlosbandes störenden Einflüs- se. Jedoch ist bislang keine Möglichkeit bekannt, dieser Forderung gerecht zu werden, da keine zu- verlässigen Aussagen über den Betriebszustand der Maschine gemacht werden konnten.

Ähnliche Überlegungen betreffen einen Bands- pannungsregler, der in der Art des Bandlaufreglers die Bandspannung des Endlosbandes ausregelt. Auch hier führen die oben geschilderten und ande- re Einflüsse zu einer Störung der Bandspannung, deren Ursachen bislang nicht auf einfache Weise erkennbar waren.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Auf- gabe zugrunde, eine Vorrichtung zu schaffen, die eine Überwachung und Prüfung des Betriebszu- standes einer ein Endlosband aufweisenden Ma- schine mit zumindest einem Bandlaufregler ermög- licht.

Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Vorrich- tung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß der Bandlauf bzw. die Bandspannung bei einer ein Endlosband aufweisenden Maschine eine aus- sagekräftige Größe darstellt, die Rückschlüsse auf den Betriebszustand der Maschine erlaubt. Ferner wird erfindungsgemäß auf die Bewegung des den Bandlauf bzw. die Bandspannung beeinflussenden Teils des Bandlauf- bzw. Bandspannungsreglers abgestellt.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels und unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert, in denen zeigt:

Fig.1

ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung, und

Fig.2a,2b,2c und 2d

beispielhafte Verläufe und Verteilungen von ge- speicherten Positionsdaten, die durch die erfin- dungsgemäße Vorrichtung erfaßt und gespei- chert werden.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden in Bezug auf einen Bandlaufregler ge- schildert; jedoch ist die Erfindung in dieser oder einer entsprechend angepaßten Ausführungsform auch an einem Bandspannungsregler einsetzbar.

Fig. 1 zeigt schematisch die Walze und das linear verschiebbare Lager eines Bandlaufreglers für ein Endlosband 1, ohne daß der gesamte Re- gelkreis für den Geradeauslauf des Endlosbandes in allen Einzelheiten dargestellt ist. Die Walze 2 ist an dem in Fig. 1 gezeigten Ende der Walzenwelle im Lager 3 gelagert, das in der durch A gekenn- zeichneten Richtung linear verschiebbar ist. Aus einer senkrecht zur Bandlaufrichtung verlaufenden Grundstellung kann die Walze 2 durch Verschieben des Lagers 3 und einer damit einhergehenden Schwenkung der Walze um das in Fig. 1 nicht dargestellte Lager in Bezug auf die Grundstellung schräggestellt werden, um im Fall von den Gerade- auslauf störenden Einflüssen den Geradeauslauf des Endlosbandes wiederherzustellen. Das Lager 3 wird mit Hilfe einer geeigneten Antriebseinrichtung 4, beispielsweise einer pneumatischen oder hy- draulischen Kolben-/Zylinderanordnung oder eines elektrischen Spindelantriebs als Teil des Regelkrei- ses angetrieben und verschoben. Das Lager 3 glei- tet dazu in der schematischen Darstellung der Fig. 1 entlang der Ebene E. Die Antriebseinrichtung 4 wird von einer Reglereinrichtung 5 angesteuert, die mit Hilfe eines Abtasters 6 die Bewegung der Kan- te des Endlosbandes 1 und damit den Bandlauf erfaßt.

In Fig. 1 ist ferner die erfindungsgemäße Vor- richtung dargestellt, die bei diesem Ausführungs- beispiel einen Bewegungssensor 10 umfaßt, der die Bewegung des Lagers 3 auf der Grundlage der Relativbewegung zwischen dem Lager 3 und der Ebene E erfaßt und der hier unabhängig vom Bandlaufregler bzw. dessen Regelkreis vorgesehen ist. Die getrennte Anordnung des Bewegungssen- sors 10 bringt eine erhöhte Auflösung der erfaßten Bewegung und der so gewonnenen Positionsdaten. Jedoch kann die Bewegung der Bandlaufreglerwal- ze auch über eine geeignete Größe des Regelkrei- ses erfaßt werden.

In dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel handelt es sich bei dem Bewegungssensor 10 um einen linearen Weggeber, der etwa auf induktive Weise die Position des Lagers 3 erfaßt und in eine elektrische oder elektrisch erfaßbare Größe um- setzt. Der Bewegungssensor 10 umfaßt dazu ein

unbewegtes stangenartiges Element 11 aus einem geeigneten Material, das in den Innenraum von (nicht dargestellten) Spulen hineinreicht, die im Gehäuse 12 des Sensors 10 fest angeordnet sind. Das Gehäuse 12 des Sensors ist mit dem Lager 3 starr verbunden, so daß es und damit die im Gehäuse enthaltenen Spulen der Bewegung des Lagers folgt. In Abhängigkeit von der Verschiebung des Lagers in der durch A gekennzeichneten Richtung ändert sich demnach die Eintauchtiefe des stangenartigen Elements 11 in die im Gehäuse 12 enthaltenen Spulen, so daß deren elektrisches Verhalten entsprechend verändert wird. Selbstverständlich ist eine Anordnung des Gehäuses 12 in ortsfestem Verhältnis zur Ebene E und eine Befestigung des stangenartigen Elements 11 am Lager 3 ebenso geeignet, die Bewegung des Lagers 3 mit Hilfe des Bewegungssensors 10 zu erfassen.

Die sich entsprechend der Verschiebung des Lagers 3 ändernden Eigenschaften der im Gehäuse 12 vorgesehenen Spulen werden mit Hilfe einer Ausleseseinheit 13 erfaßt, die dazu mit den Spulen im Inneren des Gehäuses 12 verbunden ist, wie in Fig. 1 dargestellt. Die Ausleseseinheit 13 umfaßt einen (nicht dargestellten) Schwingenschaltkreis, der die Induktivität der im Gehäuse 12 angeordneten Spulen zur Erzeugung eines Signals heranzieht, das der Induktivität der Spulen entspricht und sich damit entsprechend der Bewegung des Lagers 3 ändert.

Die Ausleseseinheit 13 erfaßt somit mit Hilfe des Bewegungssensors 10 die lineare Verschiebung, d.h. die momentane Position des Lagers 3, die während des den Geradeauslauf des Bandes sicherstellenden Regelvorgangs auftritt. Die Ausleseseinheit 13 gibt ein analoges Signal an einen A/D-Wandler 14 ab, das der momentanen Position des Lagers 3 in Bezug auf eine Grundposition relativ zur Ebene E entspricht. Die Bewegung des Lagers 3 entspricht der Bewegung der Walze 2, die den Bandlauf beeinflusst, so daß letztlich die Position des den Bandlauf beeinflussenden Teils des Bandlaufreglers erfaßt wird. Auf entsprechende Weise kann die Position des die Bandspannung beeinflussenden Teils des Bandspannungsreglers erfaßt werden.

Der A/D-Wandler 14 wandelt die analogen Signale der Ausleseseinheit 13 in digitale Positionsdaten um und gibt diese an eine Verarbeitungseinrichtung 15 ab. Die an die Verarbeitungseinrichtung 15 übertragenen Positionsdaten haben zeitliche Verläufe, wie in den Fig. 2a, 2b, 2c und 2d beispielhaft dargestellt. In den Fig. 2a bis 2d sind links jeweils Kurvenverläufe der Positionsdaten und rechts die weiter unten erläuterten Verteilungsdiagramme dargestellt. Bei den Kurvenverläufen entspricht die waagerechte Achse des Diagramms der Zeitachse, die senkrechte Achse des Diagramms der Größe

des einzelnen Positionswerts. Bei den Verteilungsdiagrammen entspricht die waagerechte Achse des Diagramms dem Positionswert, die senkrechte Achse der Häufigkeit des Auftretens des jeweiligen Positionswertes. In den Figuren 2b, 2c und 2d ist der Positionswert der Grundstellung der Bandlaufreglerwalze durch "Mitte" gekennzeichnet.

Die Verarbeitungseinrichtung 15 umfaßt bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel eine Rechereinheit 15a, eine Speichereinheit 15b und eine Anzeigeeinheit 15c. Erfindungsgemäß verarbeitet die Verarbeitungseinrichtung 15 die momentanen Positionsdaten derart, daß die momentanen Positionsdaten jeweils in der Speichereinheit 15b abgespeichert werden und aus den gespeicherten Positionsdaten innewohnenden charakteristischen Werten der Betriebszustand der Maschine bestimmt wird. Insbesondere kann aus einer Veränderung der charakteristischen Werte eine Veränderung des Betriebszustandes bestimmt werden.

Als charakteristische Werte, die den gespeicherten Positionsdaten innewohnen, kommen insbesondere die Lage der Positionsdaten in Bezug auf die ausgerichtete Grundstellung der Bandlaufreglerwalze, die Frequenz sich periodisch wiederholender Positionsdaten, das Flächenintegral unter der Kurve des Verlaufs der Positionsdaten und die Verteilung der Positionsdaten für vorgegebene Zeitabschnitte in Frage.

Eine Veränderung der Lage eines sich periodisch wiederholenden Positionsdatenverlaufs bzw. eine Abweichung von der ausgerichteten Grundstellung weist auf einen grundsätzlichen Fehler in der Maschine hin und bietet so die Möglichkeit, den Betriebszustand der Maschine zu beurteilen. Eine grundsätzliche Abweichung kann auf mehrere Ursachen zurückgeführt werden, wie etwa eine schräggestehende Walze oder einen schräggestellten Zylinder innerhalb der Maschine.

Die Frequenz sich periodisch wiederholender Positionsdaten erlaubt Rückschlüsse auf die Bandgeschwindigkeit, die in Beziehung zu setzen ist mit der Bandlänge. Auch störende Einflüsse von Walzen und Zylindern der Maschine treten mit einer Periode auf, die in den Positionsdaten erfaßbar ist. Eine Veränderung der Frequenz eines in den Positionsdaten erkennbaren periodischen Verlaufs gibt einen Hinweis auf eine nachhaltige Veränderung des Betriebszustandes der Maschine.

Eine Veränderung des Flächenintegrals unter der Kurve des Positionsdatenverlaufs erlaubt die Erkennung einer Veränderung des Betriebszustandes der Maschine derart, daß eine Verkleinerung des Flächenintegrals in Verbindung gebracht werden kann mit einer Reduzierung der Stellkraft, die auf die Bandlaufreglerwalze d.h. des den Bandlauf beeinflussenden Teils oder eine Erhöhung der Gegenkraft, die dieser Stellkraft entgegenwirkt. Eine

Reduzierung der Stellkraft kann hervorgehen, z.B. aus einer Undichtigkeit bei einem pneumatischen Stellglied oder einem Druckabfall.

Eine erhöhte Gegenkraft kann durch verklemmende oder verkantende Lager oder Verunreinigungen hervorgerufen werden. In Fig. 2c ist im Kurvendiagramm der Verlauf der Positionsdaten für den Fall einer hohen Stellkraft und einer geringen Gegenkraft dargestellt. Das Flächenintegral hat einen bestimmten Wert, der sich bei dem wiederholenden Verlauf der Positionsdaten nahezu nicht ändert. In Fig. 2d ist ein Kurvenverlauf gezeigt, der etwa dann auftritt, wenn eine Undichtigkeit eine Reduzierung der Stellkraft im Vergleich zu Fig. 2c bewirkt. Zu bemerken ist hier, daß sich die Frequenz der sich wiederholenden Positionsdaten nicht ändert.

Die Verteilung der Positionsdaten erlaubt Aussagen über den Umfang der Regelbewegung des den Bandlauf (oder die Bandspannung) beeinflussenden Teils und damit über den Betriebszustand der Maschine. In Fig. 2a ist im Kurvendiagramm der Idealzustand gezeigt, bei dem die Bandlaufreglerwalze nicht mehr bewegt wird, nachdem ein den Geradeauslauf aufrecht erhaltender Schrägstellungswert eingestellt wurde. Im Verteilungsdiagramm liegen daher alle Positionsdatenwerte bei genau einem Wert. In Fig. 2b ist ein normalerweise auftretender Regelvorgang gezeigt; aus dem Kurvendiagramm geht die um die Grundstellung ("Mitte") pendelnde Regelbewegung mit kleiner Amplitude hervor, die auch im Verteilungsdiagramm erkennbar ist. Die Positionsdaten liegen in einem engen Bereich um den Wert der Grundstellung ("Mitte") und treten gehäuft in den beiden Maximalwerten der Regelbewegung auf. In Fig. 2c ist der Verlauf und die Verteilung von Positionsdaten einer zu großen Regelbewegung dargestellt. Die gehäuften Maximalwerte treten in relativ großem Abstand zur Grundstellung der Bandlaufreglerwalze auf, wie sich aus einem Vergleich des Verteilungsdiagramms der Figuren 2b und 2c ergibt. Das geringe Auftreten von Positionsdaten im Zwischenbereich zwischen den Maximalwerten weist auf eine ausreichende Stellkraft des Regelkreises hin. Demgegenüber zeigt Fig. 2d ein Verteilungsdiagramm, bei dem neben den gehäuften Positionsdaten an den Maximalwerten auch Positionsdaten im Zwischenbereich auftreten. Ähnlich wie im Fall des Flächenintegrals erlaubt diese Verteilung Rückschlüsse auf die Qualität des Regelkreises oder genauer der resultierenden Stellkraft und damit auf den Betriebszustand der Maschine.

Auch eine Änderung der Verteilung der Positionsdaten für vorgegebene Zeitabschnitte läßt einen vergleichbaren Rückschluß zu und bietet die Möglichkeit der Erkennung einer Veränderung des Betriebszustandes. Im folgenden wird diese Mög-

lichkeit der Erkennung einer Veränderung des Betriebszustandes einer Maschine zunächst im Hinblick auf die Verteilung der Positionsdaten in bestimmten festgelegten Zeitabschnitten weiter erläutert.

Bei den angesprochenen Zeitabschnitten handelt es sich jeweils um eine vorgegebene Zeitspanne, über die hinweg Positionsdaten erfaßt, abgespeichert und einer die Verteilung der Positionsdaten ermittelnden Verarbeitung unterzogen werden.

Wie bereits erwähnt wird bei einer ideal arbeitenden und ausgerichteten Maschine der Geradeauslauf des Endlosbandes nicht störend beeinflußt. Eine Regelung des Bandlaufes findet nicht statt, so daß der Bewegungssensor 10 keine Bewegung des Lagers 3 bzw. der Walze 2 erfaßt. Von Zeitabschnitt zu Zeitabschnitt ist daher die Verteilung der Positionsdaten konstant und weist nur einen Wert auf, wie im Verteilungsdiagramm in Fig. 2a dargestellt.

Aufgrund der eingangs geschilderten Einflüsse auf den Bandlauf weicht der Bandlauf vom idealen Geradeauslauf ab und wird durch den Bandlaufregler, d.h. eine Schrägstellung der Walze 2 bzw. ein Verschieben des Lagers 3 ausgeregelt. Die Bewegung des Lagers 3 wird vom Bewegungssensor 10 erfaßt und die Positionsdaten der Lagerbewegung kontinuierlich in der Speichereinrichtung 15b abgespeichert. Im allgemeinen ergibt sich eine Pendelbewegung um eine Grundposition, die nicht unbedingt mit der Grundstellung senkrecht zur Bandlaufrichtung übereinstimmen muß, wie aus Fig. 3c oder 3d hervorgeht. Wird nun die Verteilung der Positionsdaten über einen Zeitabschnitt hinweg betrachtet, der wesentlich größer als die Periode der Pendelbewegung ist, ergibt sich dennoch eine nahezu gleichbleibende Verteilung der Positionsdaten von Zeitabschnitt zu Zeitabschnitt.

Die für den jeweiligen Zeitabschnitt ermittelten Verteilungen werden kontinuierlich, zumindest aber periodisch in größeren zeitlichen Abständen ebenfalls abgespeichert.

Die Verarbeitungseinrichtung 15 vergleicht als charakteristischen Wert beispielsweise die Verteilung der Positionsdaten des jeweils aktuellen Zeitabschnitts mit dem unmittelbar vorangegangenen Zeitabschnitt und erkennt durch Feststellen einer über ein vorgegebenes Maß hinausgehenden Veränderung der Verteilung der Positionsdaten eine nachhaltige, aber kurzfristige Beeinflussung des Bandlaufes aufgrund sich ändernder Einflüsse der oben geschilderten Art. Die Verarbeitungseinrichtung 15 ist dadurch in der Lage, nachhaltige, aber relativ kurzfristige Änderungen des Maschinenzustandes zu erkennen und diese Änderungen des Maschinenzustandes über die Anzeigeeinheit 15c anzuzeigen.

Aufgrund der vollständig oder in längeren Zeit-

schritten periodisch abgespeicherten Verteilungen von Positionsdaten kann die Verarbeitungseinrichtung 15 ferner einen Vergleich von Positionsdatenverteilungen von Zeitabschnitten durchführen, die einen größeren zeitlichen Abstand aufweisen. Weichen die beiden verglichenen Verteilungen der Positionsdaten über ein vorgegebenes Maß voneinander ab, so erkennt die Verarbeitungseinrichtung 15 eine den Bandlauf nachhaltig und langfristig beeinflussende Veränderung des Maschinenbetriebszustandes. Auch in diesem Fall zeigt die Verarbeitungseinrichtung 15 über die Anzeigeeinheit 15c die langfristige Veränderung des Maschinenbetriebszustandes an.

Ferner kann, wie bereits oben erwähnt, die Verarbeitungseinrichtung 15 auf der Grundlage der in der Speichereinheit 15b gespeicherten Positionsdaten eine den Positionsdaten innewohnende Periodizität bestimmen und aufgrund einer Veränderung der Periode eine Veränderung des Betriebszustandes der Maschine erkennen. Auch diese Veränderung des Betriebszustandes der Maschine zeigt die Verarbeitungseinrichtung 15 über die Anzeigeeinheit 15c an. In den in den Fig. 2b, 2c und 2d gezeigten Darstellungen des Verlaufs der Positionsdaten ist der in den meisten Fällen auftretende, periodische Verlauf der Positionsdaten unmittelbar erkennbar, dessen Periode T in den Figuren 2b, 2c und 2d gekennzeichnet ist.

Entspricht die Periode T der abgespeicherten Positionsdaten nicht einem durch Bandgeschwindigkeit und Bandlänge vorgegebenen Wert, liegt die Periode T aber in unmittelbarer Nähe dieses Wertes, weist dieser Umstand auf eine von der Sollbandgeschwindigkeit abweichende Bandgeschwindigkeit hin. Entspricht die Periode T der abgespeicherten Positionsdaten einer Harmonischen der Umlauffrequenz anderer Walzen oder Zylinder in der Maschine, kann auf eine Schrägstellung dieser Maschinenteile geschlossen werden.

Ändert sich die Periode T des Verlaufs der abgespeicherten Positionsdaten, weist diese Veränderung auf eine Veränderung des Betriebszustandes der Maschine hin. Die Veränderung der Periode T kann periodisch oder aperiodisch sein. In beiden Fällen ist die Verarbeitungseinrichtung 15 in der Lage, die Veränderung des Betriebszustandes der Maschine zu erkennen und über die Anzeigeeinheit 15c anzuzeigen.

Im Fall einer periodischen Veränderung kann ferner die Periode T' der Veränderung durch die Verarbeitungseinrichtung 15 bestimmt werden, was weitere Rückschlüsse auf die Ursache des veränderten Bandlaufes und damit den Betriebszustand der Maschine erlaubt.

Zur Bestimmung geeigneter Zeitabschnitte, die für die Bestimmung der Verteilung der Positionsda-

ten herangezogen werden, geht die Verarbeitungsvorrichtung in der Regel von der Bestimmung der Periode eines periodischen Positionsdatenverlaufes, wie etwa in Fig. 2b dargestellt, aus und legt als Zeitabschnitt einen darauf bezogenen Wert, vorzugsweise von zumindest 10T fest. Für eine nicht kontinuierliche, d.h. periodisch durchgeführte Abspeicherung der für einen Zeitabschnitt ermittelten Verteilung der Positionsdaten sind Zeitabschnitte in noch größeren auf die Periode T bezogenen Schritten, vorzugsweise von 100T zu wählen.

Auf ähnliche Weise kann die Verarbeitungseinrichtung 15 die Lage der Positionsdaten in Bezug auf die Grundstellung der Bandlaufreglerwalze oder das Flächenintegral unter der Kurve der Positionsdaten zur Erkennung des Betriebszustandes der Maschine und von Veränderungen des Betriebszustandes, wie bereits oben erwähnt, heranziehen.

Anstelle des gezeigten linearen Bewegungssensors 10, dessen Erfassungsbereich auf bestimmte maximale Weglängen beschränkt ist, kann ein Winkelgeber verwendet werden, sofern durch eine geeignete Mechanik die lineare Bewegung des Lagers 2 in eine Drehbewegung umgesetzt wird oder eine Drehbewegung erfaßt wird, die der Bewegung des den Bandlauf beeinflussenden Teils des Bandlaufreglers entspricht.

Induktive Bewegungssensoren der geschilderten Art sind aufgrund der nahezu unbegrenzten Auflösung zu bevorzugen, jedoch können auch andere Sensoren eingesetzt werden, solange deren Auflösungsvermögen eine ausreichend genaue Bestimmung der Bewegung des den Bandlauf beeinflussenden Teils, d.h. im obigen Beispiel die Schrägstellung der Walze 2 ermöglicht.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Überwachung und Prüfung des Betriebszustandes einer Maschine, die ein endloses Band aufweist, dessen Bandlauf mittels eines Bandlaufreglers und/oder dessen Bandspannung mittels eines Bandspannungsreglers geregelt wird, mit
  - einem Sensor (10), der die momentane Position des den Bandlauf bzw. die Bandspannung beeinflussenden Teils (2) erfaßt und in eine auslesbare Größe umsetzt,
  - einer Ausleseeinrichtung (13), die mit dem Sensor (10) verbunden ist, zum Auslesen der der momentanen Position entsprechenden Größe in analoge Signale,
  - einer Analog/Digital-Wandlereinrichtung (14), die mit der Ausleseeinrichtung (13) verbunden ist, zur Wandlung der analogen Signale in digitale Positionsdaten der

- momentanen Position des den Bandlauf bzw. die Bandspannung beeinflussenden Teils (2), und
- einer Verarbeitungseinrichtung (15), die zumindest eine Rechneinheit (15a), eine Speichereinheit (15b) und eine Anzeigeeinheit (15c) umfaßt und die mit der Analog/Digital-Wandlereinrichtung (14) verbunden ist, zur Verarbeitung der momentanen Positionsdaten, derart daß
    - a) die momentanen Positionsdaten jeweils in der Speichereinheit (15b) abgespeichert werden,
    - b) charakteristische Werte, die den gespeicherten Positionsdaten innewohnen, bestimmt werden und
    - c) anhand der charakteristischen Werte der Betriebszustand der Maschine erkennbar ist.
2. Vorrichtung zur Überwachung und Prüfung des Betriebszustandes einer Maschine nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Verarbeitungseinrichtung (15) die gespeicherten Positionsdaten derart verarbeitet, daß als charakteristischer Wert die Lage der Positionsdaten in Bezug auf die Grundstellung des den Bandlauf bzw. die Bandspannung beeinflussenden Teils bestimmt wird.
  3. Vorrichtung zur Überwachung und Prüfung des Betriebszustandes einer Maschine nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Verarbeitungseinrichtung (15) die gespeicherten Positionsdaten derart verarbeitet, daß als charakteristischer Wert die Periode wiederkehrender Positionsdaten bestimmt wird.
  4. Vorrichtung zur Überwachung und Prüfung des Betriebszustandes einer Maschine nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Verarbeitungseinrichtung (15) die gespeicherten Positionsdaten derart verarbeitet, daß als charakteristischer Wert das Flächenintegral unter der Kurve des Verlaufs der gespeicherten Positionsdaten bestimmt wird.
  5. Vorrichtung zur Überwachung und Prüfung des Betriebszustandes einer Maschine nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Verarbeitungseinrichtung (15) die gespeicherten Positionsdaten derart verarbeitet, daß als charakteristischer Wert die Verteilung der Positionsdaten bestimmt wird.
  6. Vorrichtung zur Überwachung und Prüfung des Betriebszustandes einer Maschine nach Anspruch 5, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Verarbeitungseinrichtung (15) die gespeicherten Positionsdaten derart verarbeitet, daß als charakteristischer Wert die Verteilung der Positionsdaten für bestimmte Zeitabschnitte bestimmt wird.
  7. Vorrichtung zur Überwachung und Prüfung des Betriebszustandes einer Maschine nach Anspruch 6, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Verarbeitungseinrichtung (15) die gespeicherten Positionsdaten derart verarbeitet, daß die für bestimmte Zeitabschnitte bestimmten Verteilungen der Positionsdaten in der Speichereinheit (15b) abgespeichert werden.
  8. Vorrichtung zur Überwachung und Prüfung des Betriebszustandes einer Maschine nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Zeitabschnitte für die Bestimmung der Verteilung der Positionsdaten ein Vielfaches der Periode wiederkehrender Positionsdaten umfassen.
  9. Vorrichtung zur Überwachung und Prüfung des Betriebszustandes einer Maschine nach Anspruch 7 oder 8, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Verteilungen der Positionsdaten zeitlich auseinanderliegender Zeitabschnitte abgespeichert werden.
  10. Vorrichtung zur Überwachung und Prüfung des Betriebszustandes einer Maschine nach Anspruch 6, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Verarbeitungseinrichtung (15) die gespeicherten Positionsdaten derart verarbeitet, daß die Verteilung der Positionsdaten kontinuierlich bestimmt wird.
  11. Vorrichtung zur Überwachung und Prüfung des Betriebszustandes einer Maschine nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Verarbeitungseinrichtung (15) die gespeicherten Positionsdaten derart verarbeitet, daß als charakteristischer Wert die Differenz zwischen Positionsdatenmaximum und Positionsdatenminimum bestimmt wird.
  12. Vorrichtung zur Überwachung und Prüfung des Betriebszustandes einer Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Sensor (10)

getrennt vom Bandlauf- und/oder Bandspannungsreglerkreis an dem den Bandlauf bzw. die Bandspannung beeinflussenden Teil (2) angeordnet ist.

- 5
13. Vorrichtung zur Überwachung und Prüfung des Betriebszustandes einer Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Sensor (10) ein linearer Weggeber ist. 10
14. Vorrichtung zur Überwachung und Prüfung des Betriebszustandes einer Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Sensor (10) ein Winkelgeber ist. 15
15. Vorrichtung zur Überwachung und Prüfung des Betriebszustandes einer Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Sensor (10) ein induktiv arbeitender Sensor ist, bei dem ein die Induktivität einer Spule veränderndes Element beweglich zur Spule und der erfaßten Bewegung folgend vorgesehen ist. 20  
25
16. Vorrichtung zur Überwachung und Prüfung des Betriebszustandes einer Maschine nach Anspruch 15, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Ausleseeinrichtung (13) eine die Induktivität des induktiv arbeitenden Sensors (10) einbeziehende Schwingkreisschaltung ist, die ein der Induktivität entsprechendes Signal abgibt. 30  
35
17. Vorrichtung zur Überwachung und Prüfung des Betriebszustandes einer Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Analog/Digital-Wandlereinrichtung (14) ein acht-, zwölf- oder sechzehn-Bit Analog/Digital-Wandler ist. 40  
45  
50  
55



Fig.1

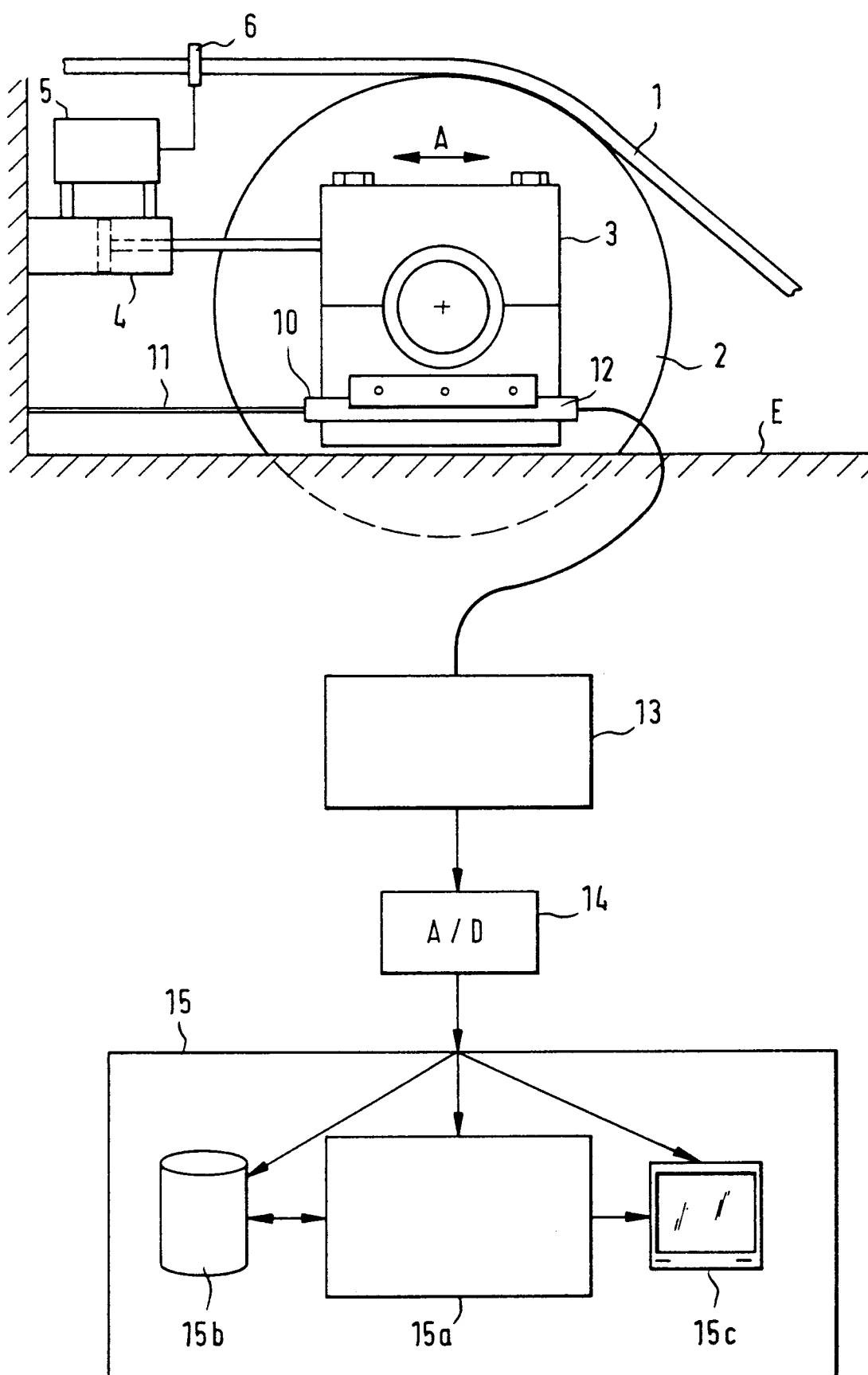


Fig. 2a

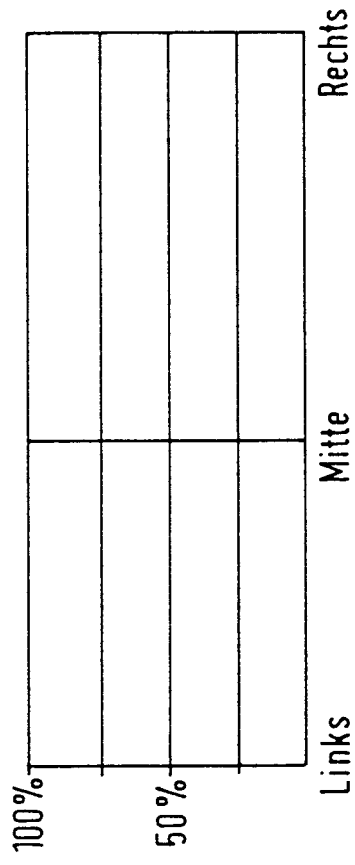
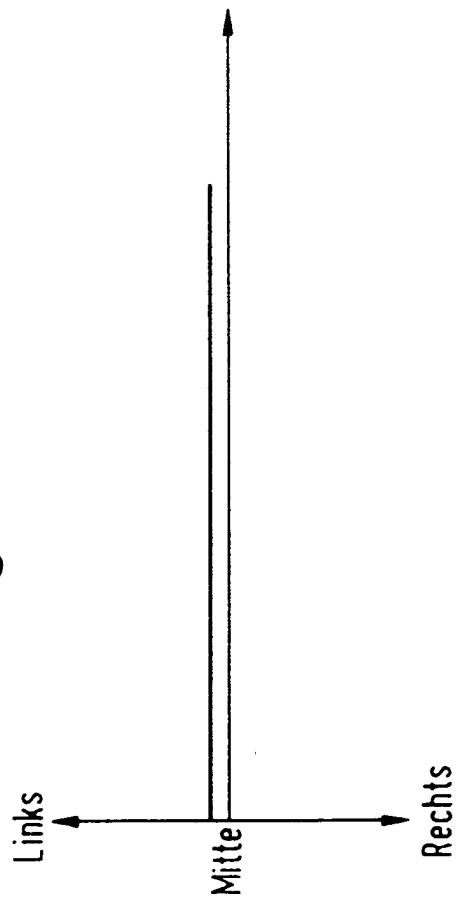


Fig. 2b

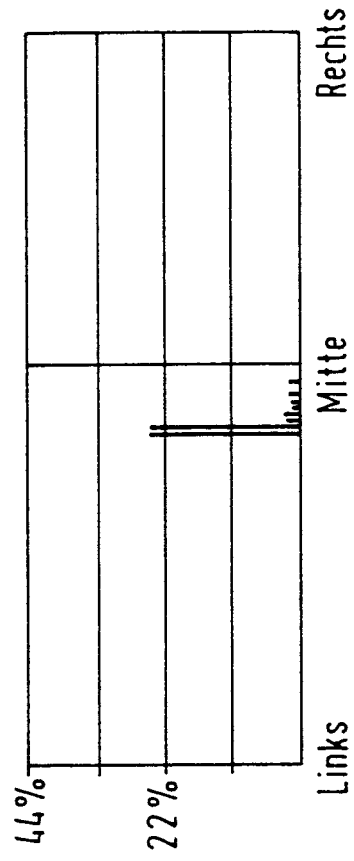
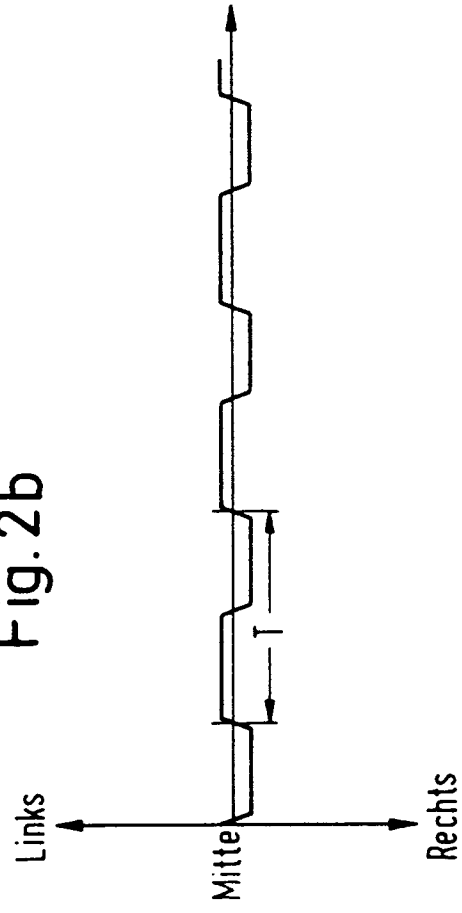


Fig. 2c

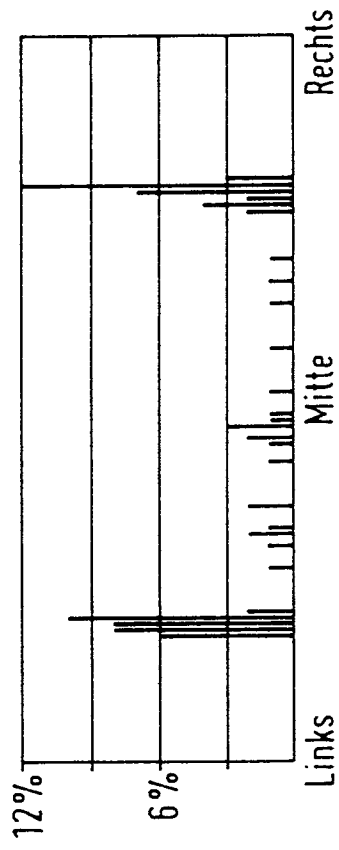
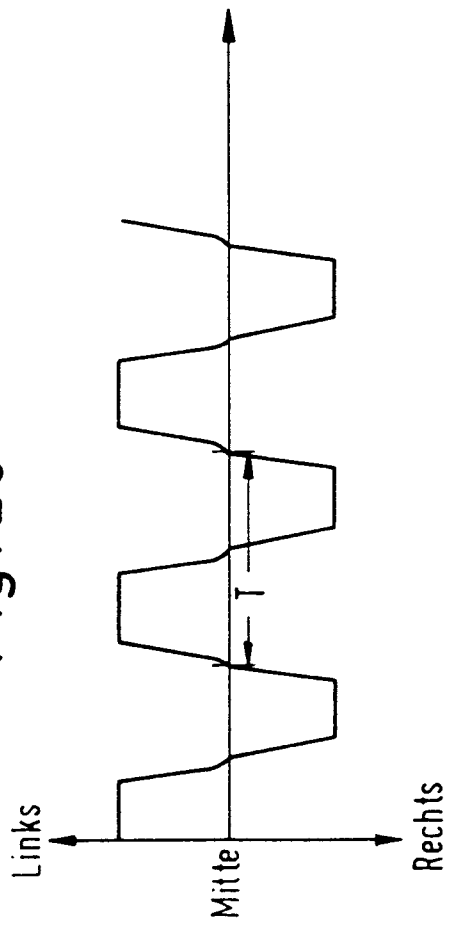
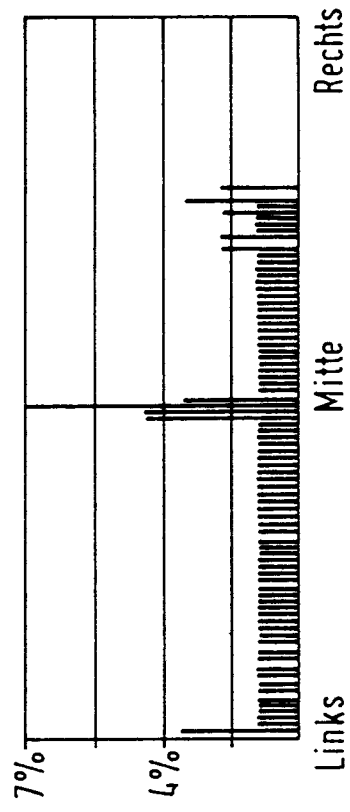
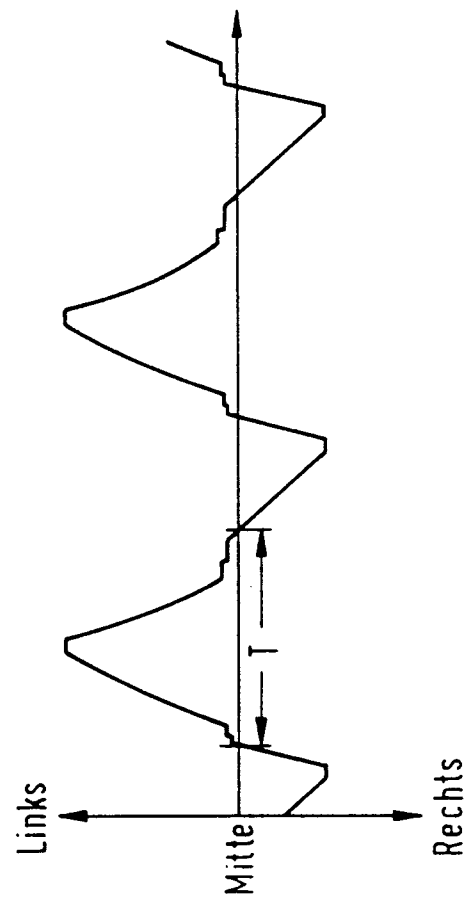


Fig. 2d





Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 11 0143

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X	FR-A-2 323 810 (EMA-DORRIES GMBH) * das ganze Dokument * ---	1, 2, 12	D21F7/00 D21F1/36
A	GB-A-2 153 297 (ADOLPH COORS COMPANY)  * das ganze Dokument * ---	1, 2, 11, 12	
A	DE-A-3 734 427 (GEBRÜDER SUCKER + FRANZ MÜLLER GMBH) * das ganze Dokument *  -----	1, 2	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			D21F D21G B65H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 03 SEPTEMBER 1992	Prüfer ELMEROS C.
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b>			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	