

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 412 448 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 90114936.9

51 Int. Cl.⁵: D01H 5/42, D01G 23/06

22 Anmeldetag: 03.08.90

30 Priorität: 11.08.89 CH 2955/89

71 Anmelder: MASCHINENFABRIK RIETER AG

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.02.91 Patentblatt 91/07

CH-8406 Winterthur(CH)

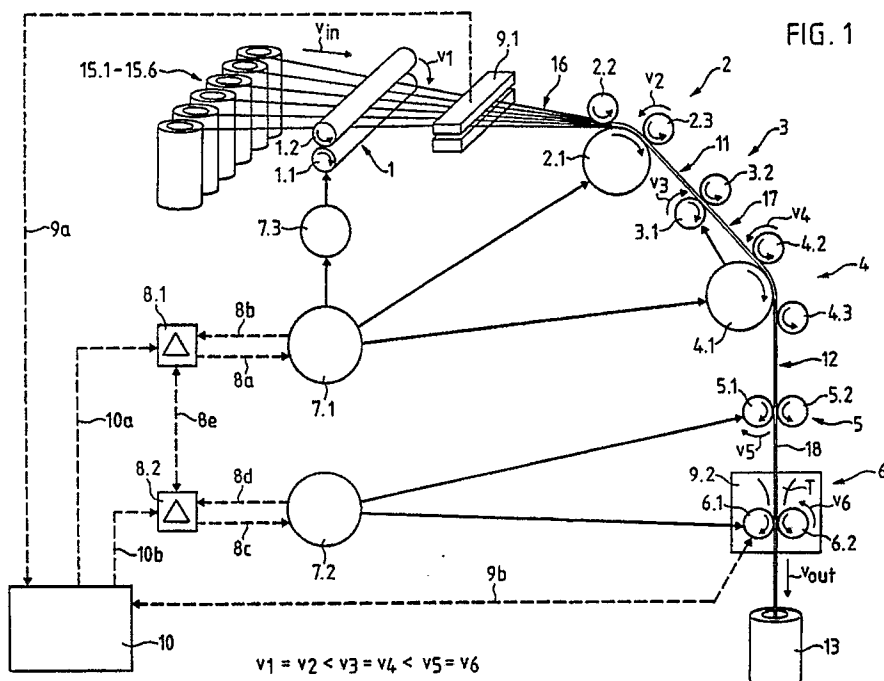
84 Benannte Vertragsstaaten:
CH DE ES FR GB IT LI

72 Erfinder: Joriot, Erich
Leberenstrasse 25
CH-8472 Seuzach(CH)
Erfinder: Leu, Michael
St. Georgenstrasse 32
CH-8400 Winterthur(CH)

54 Streckwerk mit vermaschter Regelung.

57 Das Streckwerk besitzt eine Hauptregelung (9.a, 9.b, 10.a, 10.b) und mindestens eine Hilfsregelung (8.a, 8.b, 8.c, 8.d) für die Antriebsgruppen (7.1, 7.2) der Strecke. Die Strecke weist ein Einlauf- und ein Auslauf-Messorgan (9.1, 9.2) auf, welche Messsignale für eine zentrale Rechneinheit liefern. Mittels eines Kennfeldes (R) und unter Verwendung des Auslauf-

Messsignals (A_{out}) wird ein den Einlauf-Bandquerschnitt (m_E) repräsentierendes Signal (m_e) bestimmt. Das Kennfeld wird während dem Betrieb laufend angepasst. Mittels eines Schwellwertschalters (25) wird die Berücksichtigung kurzfristiger Ungleichmässigkeiten des einlaufenden Bandes gesteuert.



EP 0 412 448 A1

STRECKWERK MIT VERMASCHTER REGELUNG

Die Erfindung liegt im Bereich der Textilindustrie und bezieht sich auf ein Verfahren für die Regelung eines Streckwerkes gemäss den Oberbegriffen der Patentansprüche 1 bzw. 8.

Zum Vergleichmässigen von Faserbändern sind verschiedene Einrichtungen und Regelungen bekannt, die auf dem Prinzip des Verzugs der Bänder beruhen. In der Regel werden die Bänder doublert und in einem zweistufigen Verzugsprozess, einem Vor- und einem Hauptverzug, vergleichmässigt. Im Rahmen des Verzugsprozesses wird die Herstellung eines möglichst homogenen Faserbandes angestrebt. In den entsprechenden Streckwerken fallen eingangsseitig mit Unregelmässigkeiten bzw. Störungen behaftete Bänder an, die ausgangsseitig zu einem Band mit möglichst gleichmässigem, vorgegebenen Querschnitt zusammengeführt sein sollen. Dieses Erfordernis bedingt eine Regelung des Streckprozesses. Zum Stand der Technik gehören verschiedene Antriebsanordnungen sowie Regel- und Steuereinrichtungen, die sich diesem Problem annehmen.

So sind offene und geschlossene Regelkreise sowie deren Kombinationen bekannt, welche durch Messung des ausgangsseitigen Bandquerschnitts bzw. der Querschnitte am Einlauf entsprechende Messgrössen liefern, die mittels Stellgliedern den Verzug der Strecke steuern oder regeln. Die Probleme die sich bei der Verwendung von offenen Regelkreisen ergeben sind allgemein im Rahmen der Regelungstechnik und für die Regelung von Streckprozessen im besonderen bekannt. Dabei handelt es sich um Schwierigkeiten, die sich aus Laufzeit zwischen Messort und Stellglied aber auch aus der fehlenden Rückkopplungsinformation ergeben, wobei im Zusammenhang mit Streckwerken noch prozessspezifische Probleme hinzukommen. Andererseits sind auch geschlossene Regelkreise problembehaftet, da hier z.B. wegen der Totzeit zwischen Messgrösse und Stellglied kurzfristig auftretende Störungen nicht kompensiert werden können. Daneben sind im Bereich der Bandbearbeitung messtechnische Schwierigkeiten zu überwinden.

Aus der europäischen Patentanmeldung 0 176 661 ist bspw. ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Optimierung des Streckprozesses bei Regulierstrecken der Textilindustrie mit einem offenen und einem geschlossenen Regelkreis bekannt. Ausgehend von den oben angesprochenen Schwierigkeiten wird in jener Schrift vorgeschlagen, einen Rückkopplungspfad zwischen ausgangsseitiger Messstelle und Steuerschaltung vorzusehen und die Rückkopplungsinformation zur Beeinflussung der Steuerparameter zu verwenden. Das grund-

sätzlich bekannte Regelungskonzept sieht eine rechnerische Verknüpfung der eingangs- und ausgangsseitigen Messgrössen mittels einer Kreuzkorrelation vor.

Die Berücksichtigung von sowohl einer ausgangsseitigen als auch einer eingangsseitigen Messgrösse, wie dies der Stand der Technik zeigt, kann grundsätzlich zu einer besseren Regelung der Gleichmässigkeit eines Faserbandes führen. Indessen werden durch die bekannten Vorrichtungen und Verfahren die regeltechnischen und vor allem messtechnische Besonderheiten unberücksichtigt gelassen, so dass diese Regelungen trotz zusätzlicher Massnahmen nur beschränkte Resultate liefern. Solche Besonderheiten bei der Regelung von Strecken führten auch dazu, dass die Anlagen während dem Betrieb überwacht werden und gewisse Parameter manuell justiert oder korrigiert werden mussten. So lag insbesondere ein Nachteil darin, dass in der Regel Totzeit und/oder Verstärkung manuell eingestellt wurden und eine Anpassung während des Betriebs erforderten. Dies erforderte eine dauernde Überwachung durch eine Betriebsperson.

Weitere Probleme ergeben sich aus der bisherigen Ausgestaltung der Antriebsanordnungen und -vorrichtungen. Die durch die Antriebe verursachten Störungen und Schwankungen wurden durch die bekannten Regelungen zwar berücksichtigt. Allerdings zeigt sich, dass die Berücksichtigung der entsprechenden Störungen im Rahmen einer einzigen Haupt- bzw. Gesamtregelung eine Kompensation sehr grosser Regelbereiche erforderte, was herkömmliche Vorrichtungen überforderte. Gleichzeitig liegt ein Nachteil darin, dass die gesamte Rechenlast konzentriert wurde und Zeitabhängigkeiten der Regelung nicht optimiert wurden.

Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung, eine Strecke und ein Verfahren zur Regelung einer Strecke zu schaffen, welche nach Einstellung der Führungsgrössen für die Regelung einen automatisierten Prozessablauf mit optimierter Vergleichmässigung des Bandes erlauben.

Diese Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil der Patentansprüche 1 bzw. 8 genannten Merkmale gelöst.

In der vorliegenden Erfindung sind Antriebsanordnung, Regelung und Messsystem optimal aufeinander abgestimmt, so dass eine Optimierung der Vergleichmässigung erreicht wird. Gleichzeitig ist es möglich, das System so zu regeln, dass manuelle Eingriffe weitgehend überflüssig werden. Die bisher erforderlichen Justierungen und Anpassungen von Parametern während des Betriebes, die durch Bedienungspersonal vorgenommen wer-

den mussten und mithin eine zusätzliche Fehleranfälligkeit in sich bargen, entfallen weitgehend.

Anhand der folgenden Figuren ist das erfindungsgemässe Verfahren und ein Ausführungsbeispiel der Vorrichtung näher erläutert.

Fig. 1 zeigt ein Streckwerk mit einem Vor- und Hauptverzugsabschnitt und den prinzipiellen Messeinrichtungen.

Fig. 2 zeigt einen Messwandler für das Einlaufmessorgan 9.1.

Fig. 3 zeigt das Funktionsprinzip des erfindungsgemässen Verfahrens

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels der Strecke. Mehrere Faserbänder 15.1-15.6, im Beispiel deren sechs, werden nebeneinander zu einem lockeren Vlies zusammengefasst und durch mehrere Walzensysteme 1-6 geführt. Dadurch, dass die Umfangsgeschwindigkeit der Walzen in Transportrichtung des Fasermaterials in zwei Stufen zunimmt, wird dieses über die erste Stufe vorverzogen (Vorverzug), über die zweite zum gewünschten Querschnitt weiter verzogen (Hauptverzug). Das aus der Strecke austretende Vlies 18 ist dünner als das Vlies der eingespeisten Bänder 15.1-15.6 und entsprechend länger. Dadurch, dass die Verzugsvorgänge in Abhängigkeit des Querschnittes der eingespeisten Bänder geregelt werden können, werden die Bänder bzw. das Vlies während seinem Durchgang durch die Strecke vergleichmässigt, das heisst, der Querschnitt des austretenden Vlieses ist gleichmässiger als der Querschnitt des eingespeisten Vlieses bzw. der Bänder. Die vorliegende Strecke weist einen Vorverzugsbereich 11 und einen Hauptverzugsbereich 12 auf. Selbstverständlich kann die Erfindung auch im Zusammenhang mit Strecken mit nur einem oder mehr als zwei Verzugsbereichen in analoger Weise eingesetzt werden.

Die Bänder 15.1-15.6 werden durch zwei Systeme 1 und 2 von Förderwalzen in die Strecke eingespeist. Ein erstes System 1 besteht z.B. aus zwei Walzen 1.1 und 1.2, zwischen denen die eingespeisten und zu einem lockeren Vlies zusammengefassten Bänder 15.1-15.6 transportiert werden. In Transportrichtung der Bänder folgt ein Walzensystem 2, das hier aus einer aktiven Förderwalze 2.1 und zwei passiven Förderwalzen 2.2, 2.3 besteht. Während der Einspeisung durch die Walzensysteme 1 und 2 werden die eingespeisten Bänder 15.1-15.6 nebeneinander zu einem Vlies 16 zusammengeführt. Die Umfangsgeschwindigkeiten v_1 und v_2 ($= v_{in}$) aller Walzen der beiden Walzensysteme 1 und 2 der Einspeisung sind gleich gross, sodass die Dicke des Vlieses 16 im wesentlichen der Dicke der eingespeisten Bänder 15.1-15.6 entspricht.

Auf die beiden Walzensysteme 1 und 2 der Einspeisung folgt in Transportrichtung des Vlieses

16 ein drittes System 3 von Vorverzugswalzen 3.1 und 3.2, zwischen denen das Vlies weitertransportiert wird. Die Umfangsgeschwindigkeit v_3 der Vorverzugswalzen ist höher als diejenige der Einlaufwalzen $v_{1,2}$, sodass das Vlies 16 im Vorverzugsbereich 11 zwischen den Einlaufwalzen 2 und den Vorverzugswalzen 3 verstreckt wird, wobei sich sein Querschnitt verringert. Gleichzeitig entsteht aus dem lockeren Vlies 16 der eingespeisten Bänder ein vorverzogenes Vlies 17. Auf die Vorverzugswalzen 3 folgt ein weiteres System 4 von z.B. einer aktiven Förderwalze 4.1 und zwei passiven Förderwalzen 4.2, 4.3 zum Weitertransport des Vlieses. Die Umfangsgeschwindigkeit v_4 der Förderwalzen 4 zum Weitertransport ist dieselbe wie v_3 der Vorverzugswalzen 3.

Auf das Walzensystem zum Weitertransport 4 folgt in Transportrichtung des Vlieses 17 ein fünftes System 5 von Hauptverzugswalzen 5.1 und 5.2. Die Hauptverzugswalzen haben wiederum eine höhere Oberflächengeschwindigkeit v_5 als die vorangehenden Transportwalzen 4, so dass das vorverzogene Vlies 17 zwischen den Transportwalzen 4 und den Hauptverzugswalzen 5 im Hauptverzugsbereich 12 weiter zum fertig verzogenen Vlies 18 verzogen wird, wobei das Vlies 18 über einen Trichter T zu einem Band zusammengeführt wird.

Zwischen einem Paar 6 von Auslaufwalzen 6.1, 6.2, deren Umfangsgeschwindigkeit v_6 ($= v_{out}$) gleich ist wie diejenige der vorangehenden Hauptverzugswalzen (v_5) wird das fertig verstreckte Band 18 aus der Strecke weggeführt und bspw. in rotierende Kannen 13 abgelegt.

Die Walzensysteme 1, 2 und 4 werden von einem ersten Motor 7.1 über ein Getriebe bzw. vorzugsweise über Zahnriemen angetrieben. Die Vorverzugswalzen 3 sind mechanisch mit dem Walzensystem 4 gekoppelt, wobei die Übersetzung gegenüber den Walzensystemen 1 und 2 einstellbar sein kann bzw. ein Sollwert vorgebar ist. Das Getriebe (auf der Figur nicht sichtbar) bestimmt das Verhältnis der Umfangsgeschwindigkeiten der Einlaufwalzen (v_{in}) und der Umfangsgeschwindigkeit v_3 der Vorverzugswalzen 3.1, 3.2, mithin das Vorverzugsverhältnis. Die Einlaufwalzen 1.1, 1.2 können ebenfalls über den ersten Motor 7.1 oder optional über einen unabhängigen Motor 7.3 angetrieben sein.

Die Walzensysteme 5 und 6 werden ihrerseits von einem zweiten Motor 7.2 angetrieben. Die beiden Motoren 7.1 und 7.2 verfügen erfindungsgemäss je über einen eigenen Regler 8.1 bzw. 8.2. Die Regelung erfolgt je über einen geschlossenen Regelkreis 8.a, 8.b bzw. 8.c, 8.d. Zudem kann der Ist-Wert des einen Motors dem anderen Motor in einer oder in beiden Richtungen über eine Kontrollverbindung 8.e übermittelt werden, damit jeder auf Sollwertabweichungen des anderen entsprechend

reagieren kann.

Am Einlauf der Strecke wird der Gesamt-Querschnitt der eingespeisten Bänder 15.1-15.6 von einem Einlaufmessorgan 9.1 gemessen. Am Austritt der Strecke wird der Querschnitt des austretenden Bandes 18 dann von einem Auslaufmessorgan 9.2 gemessen.

Eine zentrale Rechneinheit 10 übermittelt eine initiale Einstellung der Sollgrösse für den ersten Antrieb 7.1 via 10.a an den ersten Regler 8.1. Die Messgrössen der beiden Messorgane 9.1, 9.2 werden während des Streckprozesses via die Verbindungen 9.a und 9.b dauernd an die zentrale Rechneinheit übermittelt. Aus diesen Messresultaten und aus dem Sollwert für den Querschnitt des austretenden Bandes 18 wird in der zentralen Rechneinheit und allfälligen weiteren Elementen mittels dem erfindungsgemässen Verfahren der Sollwert für den zweiten Antrieb 7.2 bestimmt. Dieser Sollwert wird via 10.b dauernd an den zweiten Regler 8.2 vorgegeben. Mit Hilfe dieses Regelsystems können Schwankungen im Querschnitt der eingespeisten Bänder 15.1 - 15.6 durch entsprechende Regelung des Hauptverzugsvorganges kompensiert bzw. eine Vergleichmässigung des Bandes erreicht werden.

Als Regler werden im Rahmen der Hilfsregelung Positionsregler (nicht Drehzahlregler) eingesetzt, da diese auch im Falle eines Stillstandes des Motors die Regelung gewährleisten. Die entsprechenden Regler 8.1, 8.2 (oder allfällige weitere Regler im Rahmen der Ausführungsvarianten) können separate Rechneinheiten (bspw. mit digitalen Rechenelemente; Mikroprozessoren) enthalten oder aber auch als Modul der zentralen Rechneinheit 10 ausgeführt sein.

Im folgenden soll das Messprinzip näher erläutert werden. Im dargestellten Ausführungsbeispiel einer geregelten Strecke soll ein konstanter Vorverzug erfolgen. Die Regelung des Bandquerschnittes bzw. dessen Vergleichmässigung wird damit im wesentlichen durch Veränderung des Verzugs im Hauptverzugsbereich 12 erreicht. Das Einlaufmessorgan 9.1 liefert das eingangsseitige Messsignal mit der Information über den Querschnitt der eingespeisten Bänder 15.1-15.6. Der Erhalt des gewünschten Einlauf-Messsignals bietet bekannterweise messtechnische Schwierigkeiten. Eine Querschnittsmessung ohne Beeinträchtigung des Materials und mit hoher Dynamik ist in herkömmlicher Weise nur schwer möglich. In der Konsequenz muss ein indirektes Messverfahren mit einem Messwandler durchgeführt werden. Verschiedene herkömmliche Wandler liefern für den gewünschten Zweck nur ungenügende Resultate. Es wird deshalb im Zusammenhang mit dieser Erfindung ein Messkondensator 21 gemäss Figur 2 verwendet, durch welchen die eingespeisten Bänder 15.1-

15.6 laufen. Dabei wird die Tatsache ausgenutzt, dass das Volumen der Bänder zwischen den Kondensatorplatten, welches beim Durchlauf schwankt, eine Veränderung des Dielektrikums bewirkt. Beim Durchlauf dieser Bänder durch den Kondensator 21 kann bei angelegtem Wechselstrom U- bspw. durch Messung der Spannung U über dem Kondensator ein Rückschluss auf das Dielektrikum gezogen werden. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass der Feuchtigkeitsgehalt der Bänder und andere Störungen die Messung stark beeinträchtigen können beträgt doch die Dielektrizitätszahl ϵ_{ψ} von Wasser 81 im Vergleich zu Dielektrizitätszahl von bspw. Baumwolle

ϵ_{β}

welche in der Grössenordnung von 4 liegt. Mit anderen Worten besteht die Schwierigkeit darin, das gewünschte Signal über das zu einem bestimmten Zeitpunkt im Kondensator befindliche Volumen, welches den Gesamtquerschnitt der eingespeisten Bänder repräsentiert, direkt über den Messwandler zu erhalten. Erfindungsgemäss wird die Spannung U über dem Kondensator gemessen und das erhaltene Signal in einen Realteil R_x und einen Imaginärteil C_x aufgespalten. Diese Signale R_x und C_x werden, wie weiter unten ausgeführt wird, im Rahmen der Regelung ausgewertet, wobei dabei das Auslauf-Messsignal beigezogen wird. Die Schwierigkeiten bei der eingangsseitigen Messung bilden mit einem Grund dafür, dass die erfindungsgemässe Regelung so ausgestaltet wird, dass Messfehler im Rahmen einer adaptiven Regelung kompensiert werden.

Das Auslaufmessorgan 9.2 kann ein herkömmliches Messinstrument sein, welches ein Signal A_{out} mit der Information über den Querschnitt des austretenden Bandes 18 liefert. Auch dieses Signal wird in der Folge für die Regelung weiterverwertet. Es ist zu beachten, dass die erforderlichen Messungen nicht nur unmittelbar am Ein- und Auslauf erfolgen können, sondern es ist nur erforderlich, dass ein Messorgan vor und eines nach der Regelstrecke (im regeltechnischen Sinn), d.h. hier dem Hauptverzugsbereich 12, angeordnet ist. Im Hinblick auf eine günstige Zeitabhängigkeit der Regelung wäre z.B. auch eine unmittelbar vor dem Hauptverzugsbereich 12 liegende Anordnung des eingangsseitigen Messorgans von Vorteil.

Es wird davon ausgegangen, dass für eine optimierte Regelung sowohl hoch- als auch niederfrequente Änderungen bzw. Ungleichmässigkeiten des Bandes korrigiert werden sollen. Die Regelung soll sowohl den Mittelwert des Bandes möglichst konstant halten (erste Priorität) als auch Ungleichmässigkeiten ausregulieren. Die betreffenden Ab-

weichungen der Regelgrösse können im Rahmen der Regelung als hoch- und niederfrequente Anteile der gemessenen Regelungsgrössen erfasst werden. Mess- und regelungstechnisch stellt sich das Problem der Gewinnung der Informationen über diese Grössen und deren Umsetzung in die gewünschte Stellgrösse. Insbesondere bei den hochfrequenten Änderungen muss die Laufzeit zwischen Mess- und Stellorgan berücksichtigt werden. Eingangsseitig, d.h. beim Einlaufmessorgan 9.1 besteht die Möglichkeit, die hochfrequenten Signalanteile zu gewinnen. Wegen der Totzeit der von dieser ausgangsseitigen Messung mittels dem Auslaufmessorgan 9.2 abhängigen Regelung können hier nur die niederfrequenten Anteile des Signals im Rahmen der Regelung kompensiert werden. Messtechnisch bedingte Probleme und Fehler werden nun erfindungsgemäss im Rahmen der Regelung mitberücksichtigt, indem die Messsignale des Auslauf-Messorgans 9.2 zur Anpassung der Regelung an einlaufseitige Messfehler oder andere Abweichungen berücksichtigt werden. Erfindungsgemäss wird dafür ein vorzugsweise empirisch ermitteltes und während dem Betrieb laufend angepasstes Kennfeld R vorgesehen.

Figur 3 veranschaulicht das Regelprinzip und das erfindungsgemässe Verfahren in einer schematischen Übersicht der Hauptregelung. Die Strecke ist durch Pfeile, welche die Durchlaufrichtung des Bandes angeben, sowie durch zwei Blöcke für den Vorverzug 11 und den Hauptverzug 12 angedeutet. Der tatsächliche Querschnitt m_E der Bänder am Einlauf wird durch die Grösse m_e , der tatsächliche Querschnitt m_A des fertig verzogenen Bandes durch die Grösse m_a repräsentiert, wobei dies im vorliegenden Beispiel die Massen für einen je definierten, kurzen Bandanbschnitt Δl sind. Am Einlauf werden die Bänder mit der Geschwindigkeit v_{in} eingespeist und das fertige Band tritt am Auslauf mit einer Geschwindigkeit v_{out} aus. Die Grösse des Vorverzugs $K1$ kann mittels einem Vorgabeorgan 19 eingestellt werden. Die Regelstrecke (im regeltechnischen Sinn) wird hier durch den Hauptverzugsbereich 12 gebildet. Die Laufzeit zwischen dem Einlaufmessorgan 9.1 und dem Hauptverzugsbereich 12 ist mit t_1 , diejenige zwischen dem Hauptverzugsbereich und dem Auslaufmessorgan 9.2 mit T_2 gekennzeichnet. Die Messgrössen A_{out} , R_x und C_x der Messorgane 9.1, 9.2 stellen Eingangsgrössen einer Regelanlage dar. Diese enthält eine zentrale Rechneinheit 10, welcher die Messgrössen C_x , R_x , die Temperatur I_T sowie allfällige weitere Informationen I_{1-n} , wie bspw. Luft feuchtigkeit, zugeführt werden. Als Führungsgrösse wird die Grösse A_{soll} vorgegeben.

Der Übersichtlichkeit halber wird das Regelsystem in der Darstellung in mehrere "Pfade" 1-4 gegliedert. Ein erster Pfad 1 enthält die zentrale

Rechneinheit 10 mit Zu- und Wegführungen sowie mehrere Zeitglieder $Z1.1-Z3$ und dient erfindungsgemäss der Aufbereitung der Messdaten. Ein zweiter Pfad 2 dient der Optimierung der Verzögerungszeit t_1 . Ein dritter Pfad 3 dient der Optimierung der Konstanzhaltung des Bandmittelwertes und der Kompensation langfristiger Störungen. Schliesslich ist ein vierter Pfad 4 vorgesehen, der eine optimierte Kompensation kurzfristiger Störungen vorsieht. Es ist vorwegzunehmen, dass bevorzugterweise eine digitale Regelung im Rahmen der Erfindung verwendet wird. Damit wird es möglich, sämtliche Elemente des Regelsystems in einem Rechner zu realisieren. Zur Darstellung des Regelprinzips werden die wesentlichen, für die Erläuterung der Erfindung notwendigen Elemente in Figur 3 schematisch aufgegliedert.

Beginnend bei Pfad 3 (Konstanzhaltung des Mittelwerts) ist ein Vergleicher 35 vorgesehen der eine Differenzbildung zwischen dem Auslauf-Signal A_{out} und dem Sollwert A_{soll} vornimmt. Die derart ermittelte Abweichung ΔA wird über ein I-Glied 38 einer Additionsstelle 36 zugeführt. Durch Integration der Mittelwertsabweichungen in einem I-Glied 38 und Addition von 1 wird das Signal Δm gebildet. In einer zweiten Additionsstelle 37 werden diese Abweichung und die durch kurzfristige Störungen verursachten Abweichungen Δh , welche in Pfad 1 und 4 gemäss nachfolgenden Ausführungen bestimmt werden, addiert und schliesslich der Faktor $1 + \Delta m + \Delta h$ in einer Multiplikationsstelle 39 mit dem vorgegebenen Nominalwert $K3$ des Hauptverzugs multipliziert. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wurde die Variante mit einer Multiplikationsstelle 39 bevorzugt, da die Stellgrösse y hier im Rahmen eines Divisionsgliedes (x/y) für die Regelung des Hauptverzugs verwendet werden soll. Die entsprechende Multiplikation ergibt die erforderliche Stellgrösse y für die Regelung des Hauptverzugs.

Das Auslauf-Messsignal A_{out} wird des weiteren einem Hochpassglied 47 des Pfades 2 zugeführt. An einer Multiplikationsstelle 40 wird das gefilterte Signal quadriert und daraus das Signal ΔH gewonnen, welches den hochfrequenten Anteil der Mittelwertsschwankungen angibt. Berücksichtigt werden für diesen Pfad die hochfrequenten Anteile, die in diesem Ausführungsbeispiel bei bis ca. 300 Hz liegen. Das Signal ΔH wird einem ersten Regelglied $R1$ mit einer Übertragungsfunktion zur Minimierung von ΔH zugeführt. Ausgang des Regelgliedes $R1$ bildet das Signal S_{t1} , welches die Verzögerungszeit verschiedener Zeitglieder $Z1.1$, $Z1.2$, $Z4$ optimierend beeinflusst oder direkt der zentralen Rechneinheit (10) eingespeist wird. In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird für die Bestimmung der Verzögerungszeit t_1 ein zusätzliches (hier nicht näher dargestelltes)

Korrekturglied in Pfad 2 vorgesehen. Dieses ermöglicht es, bei bestimmten Bedingungen am Eingang, insbesondere bei einem Bandbruch, einen korrigierenden Regeleingriff um eine bestimmte, kurze Zeit Δt_1 reduzierte Verzögerungszeit t_1 beim Stellglied vorzunehmen. Dadurch wird ermöglicht, dass bei sprunghaften Ungleichmässigkeiten der einlaufseitigen Bänder eine vollständige Korrektur erreicht wird, wobei eine allfällige Überkompensation in Kauf genommen werden kann.

Als verbindendes Kernstück der Pfade 1 und 4 ist erfindungsgemäss ein Kennfeldelement 50 vorgesehen. Dieses kann beispielsweise als schreib- und lesbarer Speicher ausgebildet sein und kann seinerseits in die zentrale Rechneinheit 10 integriert sein. In diesem Kennfeldelement ist ein empirisch ermitteltes Ausgangs-Kennfeld R bezüglich der Grössen R_x und C_x gespeichert und bezieht sich auf die Grösse $m_e = f(R_x, C_x)$. Dem Kennfeldelement 50 werden die gemessenen Wertepaare R_x, C_x zugeführt und dieses liefert als Ausgangssignal die Grösse m_e . Das Kennfeld R wird während dem Betrieb laufend angepasst. Diese Anpassung erfolgt im Pfad 1. Die Signale R_x, C_x werden in diesem Ausführungsbeispiel, verzögert in entsprechenden Zeitgliedern Z1.1-Z2.2, in die zentrale Rechneinheit 10 eingespeist. Die Zeitglieder Z1.1-Z2.2 dienen der Berücksichtigung der gesamten Laufzeit $t_1 + T_2$ vom Einlauf- bis zum Auslaufmessorgan. Die gefilterte Grösse $m_{e/t1}$, unter Berücksichtigung der Laufzeit t_1 verzögert und in einem Divisionsglied 43 verzugsbereinigt, wird über ein Zeitglied Z3 einem weiteren Eingang der zentralen Rechneinheit zugeführt. Das Signal A_{out} mit der Information über den Auslauf-Bandquerschnitt m_a , repräsentiert durch die gemessene Grösse m_a , bildet ebenfalls einen Eingang der Rechneinheit 10. Die Grösse m_a wird vorzugsweise ebenfalls gefiltert bevor sie der zentralen Rechneinheit 10 zugeführt wird, wobei in einem entsprechenden Filter 46 des Pfades 1 die niederfrequenten Signalanteile beschnitten werden. Die Laufzeit t_1 kann anstelle der Verwendung dieser Zeitglieder Z1.1-Z3 auch direkt durch die zentrale Rechneinheit berücksichtigt werden, indem dieser das Ausgangssignal S_{11} des Pfades 2 zugeführt wird.

Alle der Rechneinheit gelieferten Signale werden im folgenden für die Bereinigung des Kennfeldes R des Kennfeldelements 50 verwendet, indem als Ausgang der Rechneinheit 10 in das Kennfeldelement 50 die unter Auswertung der Messdaten ermittelte ("effektive") Grösse m_e zum jeweiligen Wertepaar C_x, R_x übertragen wird. Dadurch ist eine permanente Anpassung des Kennfeldes R an Veränderungen innerhalb des Regelprozesses gewährleistet. Es ist ersichtlich, dass die zentrale Rechneinheit 10 mindestens die Signale m_e, R_x, C_x und m_a auswerten muss um die Kenn-

feldadaptation zu gewährleisten. Die erwähnten zusätzlichen Messdaten I_T, I_{1-n} können jedoch unter bestimmten Bedingungen eine weitere Verbesserung der Regelung bewirken.

Ähnlich wie in Pfad 2 sieht Pfad 4 eine Filterung des Signals A_{out} vor, diesmal aber mit einem Bandpassglied 48 anstelle eines Hochpassgliedes. Dem Bandpassglied 48 ist eine Multiplikationsstelle 41 sowie ein Regelglied R2 zur Minimalisierung des entsprechenden Signals ΔB nachgeschaltet. Das Regelglied R2 liefert an seinem Ausgang einen Faktor f_B , der in einer Multiplikationsstelle 42 mit dem Signal $m_{e/t1}$ verknüpft wird. Dieses Signal $m_{e/t1}$ steht am Ausgang eines Filters 49 an, dem über ein Zeitglied Z4 das Signal m_e aus dem Kennfeldelement 50 zugeführt wird. Dieser Filter 49 beschneidet die niederfrequenten Signalanteile. Der Pfad 4 enthält des weiteren einen Schwellwert-schalter 25 mit einem einstellbaren Vorgabewert δ . Liegt das Signal $m_{e/t1}$ unter diesem Vorgabewert δ , so ist der Schalter in einer ersten Position p1. Sobald der Vorgabewert δ überschritten wird, d.h. grosse Schwankungen von m_e um den Mittelwert auftreten, schaltet der Schalter in eine Position p2 bei der das Signal $m_{e/t1}$ direkt zum Pfad 3 durchgeschleuft ist, so dass diese Schwankungen voll für den Hauptverzug berücksichtigt werden. Liegen die Werte für $m_{e/t1}$ jedoch unter diesem Vorgabewert δ , so kommt die Optimierung des Pfades 4 zum Zuge. Das Signal $m_{e/t1}$ wird in der Multiplikationsstelle 42 mit dem mittels der Minimalisierungsfunktion des Regelgliedes R2 bestimmten Faktor f_B multipliziert und das Ausgangssignal der Multiplikationsstelle dem Pfad 3 über den Schalter 25 zugeführt. Die Umschaltung mittels dem Schwellwert-schalter 25 und die Berücksichtigung der Optimierung durch das Regelglied R2 verhindert, dass bei kleinen und sehr kleinen, kurzfristigen Mittelwertabweichungen allfällige bspw. durch Rauschen verursachte Störeinflüsse in den Pfad 3 eingeschleust werden.

Gleichzeitig dient der Schwellwertschalter der Ein- bzw. Ausschaltung der Optimierung durch die Regelglieder R1, R2. Liegt m_e über dem Vorgabewert δ , so ist die Optimierung der Regelglieder R1, R2 ausgeschaltet, andernfalls eingeschaltet. Es ist nicht unbedingt erforderlich, die jeweilige durch die Regelglieder R1, R2 bewirkte Optimierung bei einem Überschreiten des Vorgabewertes δ auszuschalten, kann doch ein Davonlaufen der entsprechenden Regelung auch durch Kompensationsglieder realisiert werden. Im Rahmen einer digitalen Regelung ist jedoch das Ein-/Ausschalten der entsprechenden Regelungen einfachst möglich, so dass diese Variante bevorzugt wird.

Der Schwellwertschalter kann auch durch ein nichtlineares Glied realisiert werden oder im Kennfeld R integriert sein. Im letzteren Falle liefert das

Kennfeldelement 50 neben der Ausgangsgrösse m_e auch das erforderliche Signal zur Aktivierung bzw. Deaktivierung der Optimierung der Regelglieder R1, R2 bzw. einen amplitudenabhängigen Parameter.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel können das Hochpassglied des Pfades 2 bspw. Frequenzen über 100 Hz, der Bandpass solche im Bereich von 10-100 Hz filtern. Die Frequenzbereiche sind abhängig von der Durchlaufgeschwindigkeit der Bänder, die bei den vorstehenden Angaben im Bereich um 600 m/Min. angenommen wurde.

Es muss beachtet werden, dass die Übertragungsfunktionen der Regelglieder R1, R2 je nach Ausgestaltung des Regelsystems variieren können. In einer bevorzugten Ausführung der Erfindung können die Filter der Pfade 2 und 4 entfallen und stattdessen die Übertragungsfunktionen so bestimmt werden, dass die betreffenden Frequenzen in erforderlicher Weise berücksichtigt werden. Selbstverständlich kann auch der Filter 46 des Pfades 1 entfallen und die Filterung kann im Rahmen der zentralen Rechneinheit 10 realisiert sein. Durch die Möglichkeit der Veränderung der Parameter der entsprechenden Übertragungsfunktionen besteht ausserdem der Vorteil, dass eine Anpassung an verschiedene Betriebsbedingungen (z.B. variable Durchlaufgeschwindigkeit der Bänder) einfach vorgenommen werden kann.

Eine besondere Ausführungsform sieht in diesem Sinne eine adaptive Anpassung der Regelparameter vor. Die Parameter der Übertragungsfunktionen der Regelglieder R1, R2 werden im Verlauf der Regelung verändert, so dass die Variation der Stellgrösse minimiert wird. Die Parameter der Übertragungsfunktionen werden in einer solchen Ausführung durch die zentrale Rechneinheit 10 aus den Messgrössen bestimmt. Bei der adaptiven Regelung muss grosser Wert auf die Stabilität gelegt werden.

Die zentrale Rechneinheit 10 wird vorzugsweise durch ein digitales Rechenelement realisiert. Es ist offensichtlich, dass die zur Erläuterung des Verfahrensprinzips explizit dargestellten Funktionen der verschiedenen Pfade 1-4 in Figur 3 teilweise oder ganz in einem einheitlichen Rechner integriert sein können.

Das Ausgangs-Kennfeld R für m_e kann bspw. durch statische Messungen am Messkondensator 21 ermittelt und anschliessend in Tabellenform gespeichert werden. Zu beachten ist, dass bei abgewandelten Messverfahren andere Kennfelder zu bestimmen sind. Das erfindungsgemässe Prinzip lässt sich demnach auch mit entsprechenden Kennfeldern für andere Einlauf- und Auslauf-Messsignale ausführen.

Das erfindungsgemässe Regelprinzip gewährleistet eine sehr gute Vergleichsmässigung auch bei

unvorhergesehenen Änderungen der Betriebsbedingungen. Insbesondere werden auch einlaufseitige Messfehler im Rahmen der Regelung kompensiert. Sowohl kurzfristige Störungen als auch langsame Änderungen können im Rahmen dieser Regelung optimal kompensiert werden. Wird das beschriebene Verfahren zur Hauptregelung des Streckwerkes im Zusammenhang mit der Hilfsregelung der unabhängigen Antriebsgruppen kombiniert und eine entsprechend vermaschte Regelung vorgesehen, so ergeben sich besonders günstige Bedingungen. Die durch die Hauptregelung ermittelte Stellgrösse y wird demnach als Sollwert für den Regler 8.2 des Antriebs für den Hauptverzugsbereich 12 verwendet.

Es soll hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt sein, dass sich die erfindungsgemässen Verfahren Regelung für alle Vorrichtungen der Textilindustrie eignen, welche eine Regulierung eines Streckprozesses erfordern und nicht auf die im Rahmen der Beschreibung erwähnte Strecke limitiert ist.

5 Ansprüche

1. Verfahren zur Regelung einer Strecke mit einem Messorgan am Einlauf der Strecke und einem Messorgan am Auslauf der Strecke, welche Messsignale für einen geschlossenen und einen offenen Regelkreis liefern, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Auslauf-Messsignal (A_{out}) zur Anpassung der Regelparameter mindestens eines Regelgliedes (50, R1, R2) verwendet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das ausgangsseitige Messsignal (A_{out}) zur Anpassung eines Kennfeldes (R) für das Messsignal (C_x , R_x) des einlaufseitigen Messorgans (9.1) verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **gekennzeichnet durch** folgende Verfahrensschritte:

a. das Einlauf-Messsignal (R_x , C_x) wird als Eingangsgrösse einem Kennfeld (R) und einer zentralen Rechneinheit (10) zugeführt;

b. das Auslauf-Messsignal (A_{out}) wird der zentralen Rechneinheit (10) zugeführt;

c. mittels dem Kennfeld (R) wird das Einlauf-Messsignal (R_x , C_x) in ein den Einlauf-Bandquerschnitt repräsentierendes Signal (m_e) umgesetzt, welches die kurzfristigen Unregelmässigkeiten der Bänder am Einlauf angibt;

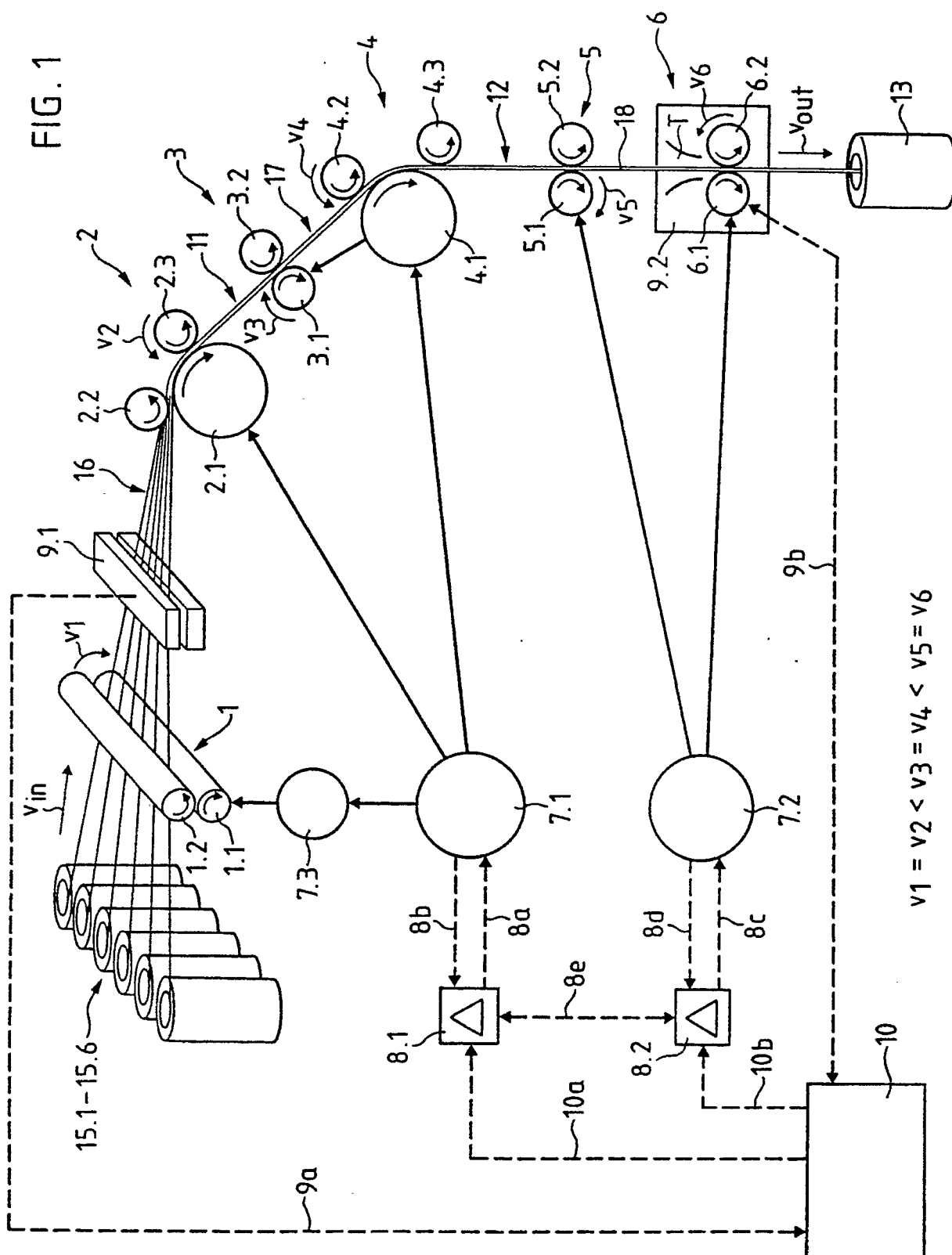
d. dieses Signal (m_e) wird hinsichtlich des Verzugs bereinigt und der zentralen Rechneinheit (10) zugeführt;

e. unter Verwendung dieses Signals (m_e), des Auslauf-Messsignals (A_{out}) sowie des Einlauf-Messsignals (R_x , C_x) wird in der zentralen Rechneinheit (10) die effektive Abhängigkeit des

- Einlauf-Bandquerschnittes (m_e) vom Einlauf-Messsignal (R_x , C_x) bestimmt und das Kennfeld (R) angepasst.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zentralen Rechneinheit (10) zusätzliche Eingangsgrößen (I_T , I_{1-n}) zugeführt werden, die für die Kennfeldanpassung verwendet werden.
5. Verfahren zur Regelung eines Streckwerkes nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Auslauf-Messsignal (A_{out}) für die Regelung der kurzfristigen Mittelwertschwankungen des Bandes folgendermassen verwendet wird:
- a. das Auslauf-Messsignal (A_{out}) wird einem ersten Regelglied ($R1$) zugeführt dessen Übertragungsfunktion eine Minimalisierung der hochfrequenten Anteile dieses Signals (A_{out}) zur Bestimmung der Totzeit ($t1$) bewirkt;
 - b. das Auslauf-Messsignal (A_{out}) wird einem zweiten Regelglied ($R2$) zugeführt, dessen Übertragungsfunktion eine Minimalisierung der mittleren Frequenzanteile dieses Signals (A_{out}) zur Bestimmung des Verstärkungsfaktors (f_B) bewirkt.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Gewinnung der hohen Frequenzanteile für das erste Regelglied ($R1$) ein Hochpassfilter im Bereich 100-300 Hz eingesetzt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Gewinnung der mittleren Frequenzanteile für das zweite Regelglied ($R2$) ein Bandpassfilter im Bereich 10-100 Hz eingesetzt wird.
8. Verfahren zur Regelung einer Strecke mit einem Messorgan am Einlauf des Streckwerkes und einem Messorgan am Auslauf des Streckwerkes, welche Messsignale für einen geschlossenen und einen offenen Regelkreis liefern, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- a. ein den Einlauf-Bandquerschnitt repräsentierende Signal (m_e) mittels einem Schwellwertschalter (25) in Abhängigkeit eines Vorgabewertes (δ) entweder direkt zum Stellorgan zurückgeführt wird, sofern dieser Vorgabewert (δ) überschritten ist, oder in einer Verknüpfungsstelle (42) mit einem Regelverstärkungsfaktor (f_B) multipliziert wird und das resultierende Signal zum Stellorgan zurückgeführt wird, sofern der Vorgabewert (δ) nicht erreicht ist;
 - b. die Optimierung der Regelverstärkung sowie der Verzögerungszeit ausgeschaltet wird sobald das den Einlauf-Bandquerschnitt repräsentierende Signal (m_e) den Vorgabewert (δ) überschreitet und eingeschaltet wird, sobald dieses Signal (m_e) diesen Vorgabewert (δ) unterschreitet;
 - c. dass das gemäss a. bestimmte, die kurzfristigen Abweichungen repräsentierende und opti-

- mierte Ausgangssignal (Δh) und ein die langsamen Abweichungen des Auslauf-Banddurchmessers (m_A) repräsentierendes Signal (Δm) addiert werden und die Stellgrösse ($HV(1 + \Delta m + \Delta h)$) beeinflussen.
9. Verfahren nach Anspruch 5 und 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Optimierung durch die beiden Regelglieder ($R1$, $R2$) ausgeschaltet wird sobald das den Einlauf-Bandquerschnitt repräsentierende Signal (m_e) den Vorgabewert (δ) überschreitet und eingeschaltet wird, sobald dieses Signal (m_e) diesen Vorgabewert (δ) unterschreitet;
10. Verfahren nach Anspruch 1 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das eingangsseitige Messorgan (9.1) als Messkondensator (21) ausgebildet ist, mit dem die durch den Durchlauf der eingespeisten Bänder (15.1-15.6) verursachte Änderung des Dielektrikums mittels Messung der Spannung U über dem Kondensator gemessen wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die gemessene Spannungsänderung in einen Realteil (R_x) und einen Imaginärteil (C_x) des Signals aufgespalten wird welche zum Kennfeld (R) und zur zentralen Rechneinheit geführt werden.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Einlauf-Messsignal (R_x , C_x) sowie das verzugsbereinigte, den Einlauf-Bandquerschnitt (m_e) repräsentierende Signal ($m_{e/t1}$) der zentralen Rechneinheit (10) mit einer der Laufzeit zwischen Einlauf-Messorgan (9.1) und Auslauf-Messorgan (9.2) entsprechenden Verzögerung ($t1$, $t2$) zugeführt werden.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Laufzeit ($t1$) zwischen dem Einlauf-Messorgan (9.1) und dem Hauptverzugsbereich (12) und/oder die Laufzeit ($T2$) zwischen dem Hauptverzugsbereich (12) und dem Auslauf-Messorgan (9.2) durch die zentrale Rechneinheit (10) berücksichtigt wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stellgrösse ($HV(1 + \Delta m + \Delta h)$) der Hauptregelung den Sollwert für mindestens eine hilfsregelte Antriebsgruppe eines Verzugsbereiches (12) mit einem vorgegebenen Nominalverzug ($K3$) beeinflusst.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels dem Verfahren eine Strecke gemäss einem der Ansprüche 1 bis 5 geregelt wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels dem Verfahren ein auf einer Kämmaschine integriertes Streckwerk geregelt wird.

FIG. 1



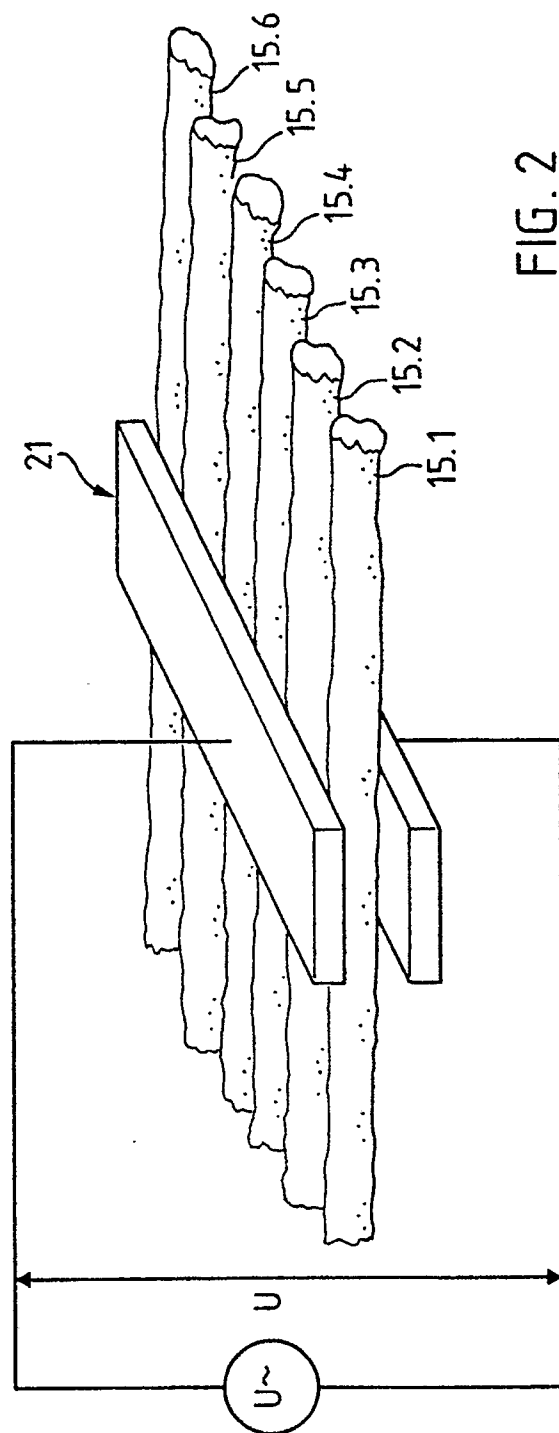
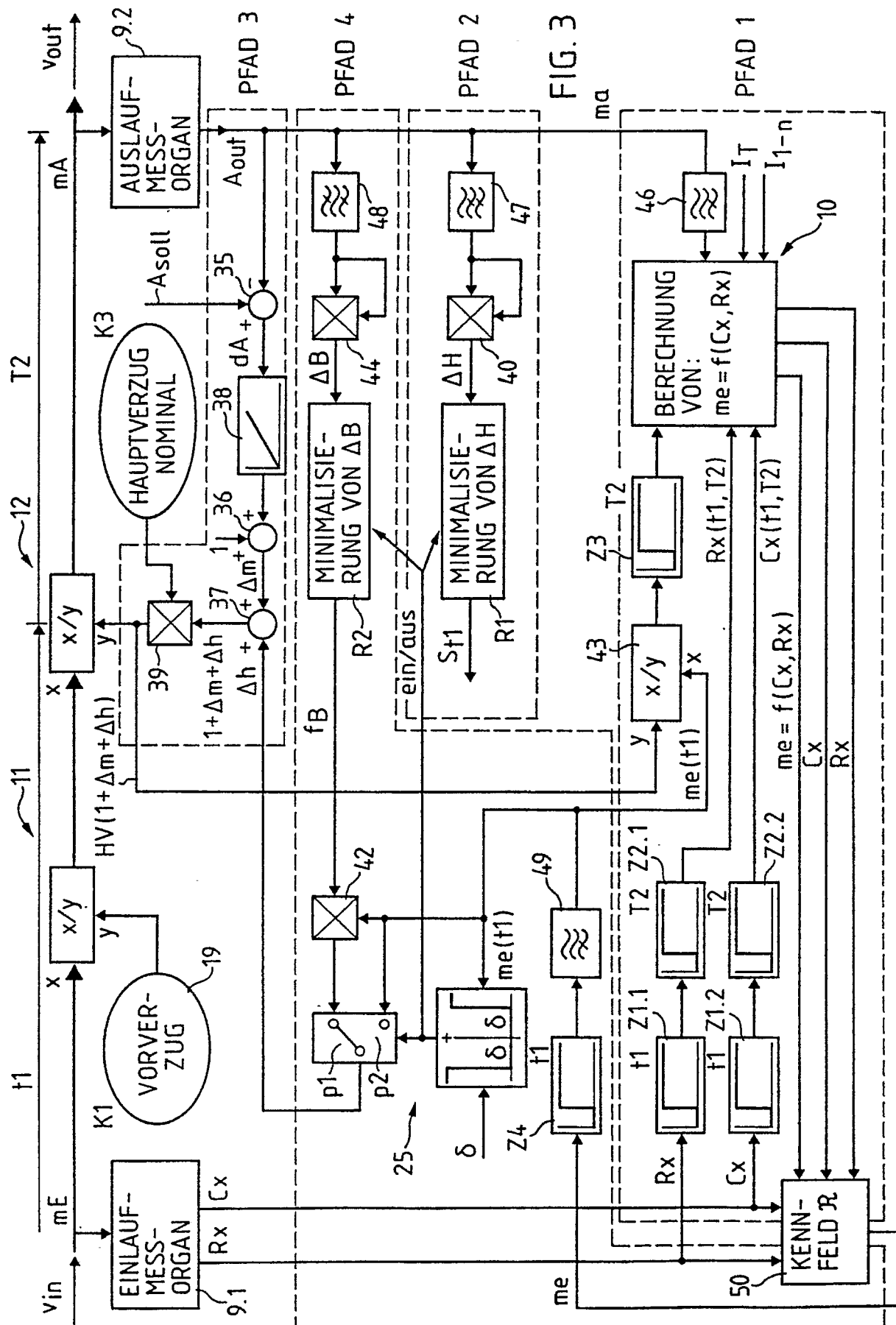


FIG. 2





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 90 11 4936

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X,D,A,D	EP-A-0 176 661 (ZELLWEGER USTER) * das ganze Dokument * - - - -	1,2,3,5,8	D 01 H 5/42 D 01 G 23/06
X,A	GB-A-8 240 70 (FIELDEN ELECTRONICS) * das ganze Dokument * - - - -	1,8	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 7, no. 108 (C-165)(1253) 11 Mai 1983, & JP-A-58 31124 (HOWA KOGYO) 23 Februar 1983, * das ganze Dokument * - - - -	1,8	
A	DE-A-3 703 450 (TRÜTZSCHLER) * das ganze Dokument * - - - - -	1,8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			D 01 H D 01 G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
Den Haag		08 November 90	
		Prüfer	
		RAYBOULD B.D.J.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet			
Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie			
A: technologischer Hintergrund			
O: nichtschriftliche 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 anderen Gründen angeführtes Dokument			
&: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			