



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 477 589 A1**

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

Anmeldenummer: **91114720.5**

Int. Cl.<sup>5</sup>: **D01H 5/32, D01H 5/38**

Anmeldetag: **02.09.91**

Priorität: **26.09.90 CH 3100/90**

**CH-8406 Winterthur(CH)**

Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**01.04.92 Patentblatt 92/14**

Erfinder: **Jornot, Erich**  
**Leberenstrasse 25**

Benannte Vertragsstaaten:  
**CH DE FR GB IT LI**

**CH-8472 Seuzach(CH)**

Erfinder: **Keller, Urs**

Anmelder: **MASCHINENFABRIK RIETER AG**

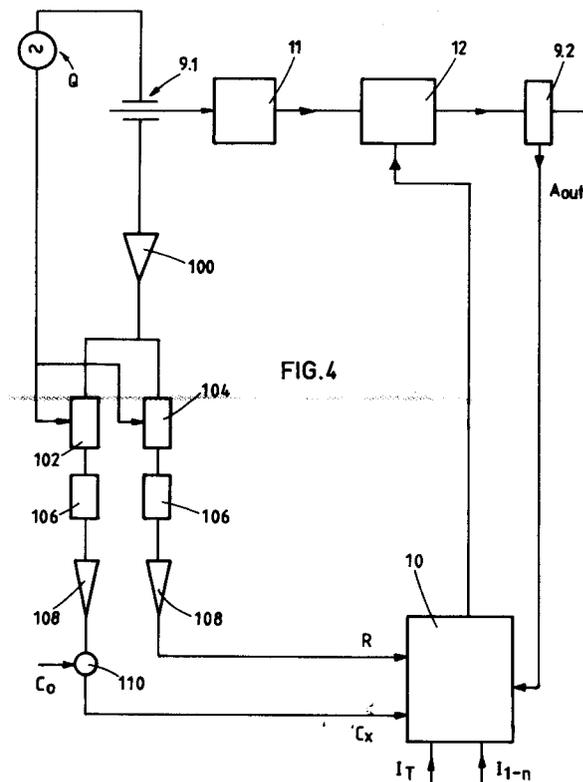
**Heimensteinerstrasse 21**

**CH-8472 Seuzach(CH)**

**Regulierstreckwerke.**

Ein Regulierstreckwerk hat Messorgane für die durchlaufende Fasermenge, sowohl im Einlauf als auch im Auslauf. Es ist ein zum Teil selbsteinstellendes (lernfähiges) System vorgesehen, um Messfeh-

ler zu berücksichtigen und dadurch eine verbesserte selbsteinstellende Optimierung vom Steuer- bzw. Regelparameter zu erzielen.



EP 0 477 589 A1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Regulierstreckwerk, d.h. ein Streckwerk, worin der Verzug gesteuert oder geregelt veränderbar ist, um Masse-schwankungen in einem verstreckten Faserverband zu vergleichmässigen. Solche Streckwerke werden häufig in sogenannten Regulierstrecken in der Kurzfaserspinnerei gebraucht, können aber ebenfalls auf Karden, Kämmaschinen und Kämmereivorbereitungsmaschinen in der Kurzfaserspinnerei Verwendung finden. Die gleichen Prinzipien sind natürlich auch zur Verwendung in der Langstapel-spinnerei geeignet.

#### Stand der Technik

Die Prinzipien der Steuerungs- bzw. Regeltechnik finden nun seit einigen Jahrzehnten in Regulierstreckwerken Anwendung. Dadurch ist es möglich gewesen, die Qualität der verarbeiteten Faserbänder (sofern diese Qualität allein durch die Gleichmässigkeit der Masse pro Längeneinheit bestimmt ist) stetig zu verbessern.

Ueber die gleiche Periode sind intensive Anstrengungen zur klaren Definition des Begriffes "Qualität" in Bezug auf Gleichmässigkeit des Faserbandes unternommen worden. Diese Anstrengungen haben zu allgemein akzeptierten Prüfverfahren mit dem konsequenten Verfügungstellen von geeigneten Prüfgeräten geführt.

Mit Hilfe der bisher angewendeten Technik zusammen mit einer qualitätsorientierten Organisation der Spinnerei ist es heute für jeden Spinnereibetrieb möglich, die meisten (relativ groben) Fehler zu vermeiden bzw. zu korrigieren und Faserverbände von guter durchschnittlicher Qualität herzustellen.

Wegen kontinuierlich steigender Qualitätsansprüche ist es nun notwendig, dieses gute Qualitätsniveau nochmals zu steigern. Dabei stösst man aber in einen technischen Bereich vor, wo es nicht mehr ausreicht, die Grundprinzipien der Steuerungs- bzw. Regelungstechnik oder die Grundprinzipien der statistischen Qualitätskontrolle in der Spinnerei anzuwenden. Um eine weitere wesentliche Qualitätsverbesserung zu erzielen, ist es nun notwendig, auf die intimeren Wechselwirkungen der verwendeten Messprinzipien, Steuerungs- bzw. Regelungsprinzipien, Antriebssysteme, Verzugkräfte und Materialeigenschaften näher einzugehen. Dabei ist es stets notwendig, die schon durch Standards festgelegten Prinzipien der Gleichmässigkeitsprüfung für Faserverbände im Auge zu behalten.

Die Qualitätskontrolle in der Spinnerei ist heutzutage weitgehend im Labor ("off line") durchgeführt. Zu diesem Zweck werden Stichproben aus der Verarbeitungslinie entnommen, in das Labor getragen und geprüft. Die Prüfergebnisse sollen Rückschlüsse zur Einstellung der Maschinen bzw.

zur Anpassung des zu verarbeitenden Materials an die Anforderungen für das erwünschte Endprodukt ermöglichen.

Im Labor, (off-line-Verfahren) gibt es Zeit, die verschiedenen Informationen zu analysieren, eine geeignete Auslegung der verschiedenen Resultate zu treffen und die entsprechenden Rückschlüsse festzulegen. Wenn versucht wird, solche Methoden beim normalen Betrieb "on line" anzuwenden, wo anhand von gerade ermittelten Messwerten korrigierend in den Prozess eingegriffen werden sollte, kann es kaum überraschen, dass ein grosses Risiko von einem Fehl- bzw. Trugschluss entsteht. Das Steuerungs- bzw. Regelsystem "interpretiert" die vorliegenden Messdaten falsch und greift entsprechend falsch in den Prozess ein.

Ein erster Anlauf zur Ueberwindung dieser Problematik ist im europäischen Patent 176 661 (US-PS 4 653 153) zu finden. Nach diesem Vorschlag werden kurzweilige Masseschwankungen des Einlauffaserverbandes durch eine den Verzug bestimmende Steuerung ausgeglichen. Dabei sind zwei Steuerungsparameter nämlich die Verstärkung und die Zeitverschiebung gesteuert anpassbar. Die Resultate der gesteuerten Verzugsveränderungen werden durch eine Ueberwachung im Auslauf des Streckwerkes festgestellt, so dass die zwei erwähnten Steuerungsparameter anhand der Ueberwachung der Resultate optimiert werden können. Aus der Sicht der Steuerungs- bzw. Regelungstechnik ist gegen diesen Vorschlag nichts einzuwenden. Er reicht aber für die erwünschte Verbesserung der Qualität nicht aus, weil er weder messtechnische noch verarbeitungstechnische und technologische Probleme berücksichtigt. Ausserdem beruht er noch auf der Auswertung von augenblicklich gewonnenen Messwerte mit einem Eingriff in das Verfahren, welcher entweder unverzüglich oder nach einer einfachen Zeitverschiebung erfolgt. Die "Geschichte" des Verfahrens bleibt unberücksichtigt. Aehnliche Ideen sind in CH-PS 672 928 (US-PS 4 819 301) zu finden.

Ein weiterer Vorschlag zu einer "tieferen" Ueberwachung des Verfahrens befindet sich in EP 340 756. Nach einer ersten Variante dieses Vorschlages sollen Grenzwerte für das vom Auslaufmessorgan gelieferte Signal festgestellt werden, wobei beim Ueberschreiten eines Grenzwertes ein Alarm ausgelöst bzw. die Maschine abgestellt werden kann. In diesem Fall sollte das Produkt (das gelieferte Faserband) vom Personal geprüft werden. In Abhängigkeit von der Resultaten dieser Ueberprüfung soll auf Messfehler bzw. auf regeltechnische Fehler geschlossen werden.

Eine zweite Variante des gleichen Vorschlages sieht die Bestimmung von Grenzwerten für das den Verzug bestimmende Stellsignal vor, wobei ebenfalls beim Ueberschreiten eines Grenzwertes die

Auslösung eines Alarms bzw. das Abstellen der Maschine erfolgt. In diesem Fall sollte das Faserband vom Personal geprüft werden, wobei in Abhängigkeit von den Prüfergebnissen auf Fehler im Einlaufmesssystem oder in der Herstellung des Vorlagematerials (d.h. in der Verarbeitungsmaschinen vor diesem Streckwerk) geschlossen wird.

Die Ueberwachung des Messsignals des Auslaufmesssystems kann gewisse Informationen über Fehlfunktionen vermitteln. Diese Massnahme allein reicht aber sicher nicht, um eine wesentliche Qualitätsverbesserung zu erzielen. Die in EP 340 756 vorgeschlagene Ueberwachung des Stellsignals bringt in Kombination mit einem Alarm bzw. mit dem Abstellen der Maschine kaum Vorteile. Bis zum Ueberprüfen durch das Personal ist das fehlerhafte Faserband schon längst vom Streckwerk verarbeitet (korrigiert) worden, so dass wichtige Informationen bezüglich des Fehlers nicht mehr vorhanden sind. Weil die Ueberwachung darauf eingestellt ist, bloss auf einen kurzfristigen (möglicherweise seltenen) "Ausreisser" zu reagieren, enthält das vom Personal zu untersuchende Stück des Faserbandes kein entsprechendes "Ereignis" mehr, so dass nochmals das Risiko eines Trugschlusses entsteht.

Unsere eigene schweizerische Patentanmeldung Nr. 2955/89 vom 11. August 1989 beschreibt ein weiterentwickeltes System, wonach insbesondere messtechnische Probleme beim Feststellen des hochfrequenten Anteiles der Masseschwankungen (im Einlauf) besser berücksichtigt werden können.

Es ist die Aufgabe dieser Erfindung, das Regulierstreckwerk derart weiter zu entwickeln, dass die für seine Funktion massgebenden Wechselwirkungen noch besser als in der obenerwähnten schweizerischen Patentanmeldung berücksichtigt werden.

### Die Erfindung

Die Erfindung sieht ein Regulierstreckwerk für Faserbänder vor, welches mit einem Auslaufmessorgan, mindestens einem Verzugsfeld, einem Antriebssystem und einer Steuerung bzw. einer Regelung für das Antriebssystem ausgerüstet ist. Die Steuerung bzw. die Regelung reagiert auf ein vom Auslaufmessorgan geliefertes Messsignal so dass über das Antriebssystem der Verzug im genannten Verzugsfeld derart geändert wird, dass Masseschwankungen im Vorlagefaserband korrigiert werden.

Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass das Messsignal des Auslauforgans in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen angepasst werden kann, um von diesen Bedingungen hervorgerufene Wirkungen auf das Messergebnis auszugleichen.

Eine solche Betriebsbedingung ist die Verzugsgröße, die auf dasjenige Faserbandstück ausgeübt wurde, welches das Messsignal verursachte. Eine weitere solche Betriebsbedingung ist die Liefergeschwindigkeit.

Anhand folgenden Figuren sind das erfindungsgemässe Verfahren und Ausführungsbeispiele der Vorrichtung näher erläutert, wobei vorerst Systeme gemäss unserer früheren Patentanmeldungen als Ausgangsbasis beschrieben werden:

Fig. 1 zeigt ein Streckwerk mit einem Vor- und Hauptverzugsabschnitt und den prinzipiellen Messeinrichtungen nach unserer schweizerischen Patentanmeldung Nr. 2834/89 vom 31. Juli 1989,

Fig. 2 zeigt einen Messwandler für das Einlaufmessorgan 9.1,

Fig. 3 zeigt das Funktionsprinzip eines Verfahrens nach unserer schweizerischen Patentanmeldung Nr. 2955/89,

Fig. 4 zeigt eine vereinfachte Version eines Verfahrens nach Fig. 3, wobei der Rechner in Vordergrund gestellt wird,

Fig. 4A,B sind Diagramme zur Erklärung der Auswertung des vom Einlaufmessorgan gelieferten Signals, und

Fig. 5 zeigt eine Anpassung des Systems zur Berücksichtigung allfälliger Messfehler im Auslaufmessorgan.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispieles der Strecke. Mehrere Faserbänder 15.1 - 15.6, im Beispiel deren sechs, werden nebeneinander 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, d.h. 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 Verbund 16 zusammengeführt. Die Umfangsgeschwindigkeiten  $v_1$  und  $v_2$  ( $= v_{in}$ ) aller Walzen der beiden Walzensysteme 1 und 2 der Einspeisung sind annähernd gleich gross, so dass 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 2.1 und 3.2, zwischen denen das Vlies weitertransportiert wird. Die Umfangsgeschwindigkeit  $v_3$  der Vorverzugswalzen ist höher als diejenige der Einlaufwalzen  $v_{1,2}$ , so dass 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  $v_6$  ( $= v_{out}$ ) annähernd gleich ist wie diejenige der vorangehenden Hauptverzugswalzen ( $v_5$ ) wird das fertig verstreckte Band 18 aus der Strecke weggeführt und beispielsweise 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 Uebersetzung gegenüber den Walzensystemen 1 und 2 einstell-

bar 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 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 (beispielsweise 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 Vorver-

zug erfolgten. Die Regelung des Bandquerschnittes bzw. dessen Vergleichmässigung wird damit im wesentlichen durch Veränderung des Verzugs im Hauptverzugbereich 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 Fig. 2 verwendet, durch welchen die eingespeisten Bänder 15.1 - 15.6 laufen. Dabei wird die Tatsache ausgenutzt, dass die Fasermasse der Bänder zwischen den Kondensatorplatten, welches beim Durchlauf schwankt, als Veränderung des Dielektrikums wirkt.

Beim Durchlauf dieser Bänder durch den Kondensator 21 kann bei angelegtem Wechselstrom U beispielsweise 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. In bezug auf den Feuchtigkeitsgehalt beträgt die Dielektrizitätszahl  $\epsilon_w$  von Wasser 81 im Vergleich zu Dielektrizitätszahl von beispielsweise Baumwolle  $\epsilon_b$ , welche ungefähr bei 4 liegt. Mit anderen Worten besteht die Schwierigkeit darin, das gewünschte Signal über die zu einem bestimmten Zeitpunkt im Kondensator befindliche Fasermasse direkt über den Messwandler zu erhalten.

Die Spannung U wird über den 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 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 Aenderungen 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 Abweichungen 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 Aenderungen 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 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 Auslaufmessorgans 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 Uebersicht 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  $m_b$ , der tatsächliche Querschnitt  $m_A$  des fertig verzogenen Bandes durch die Grösse  $m_a$  repräsentiert. 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 Hauptverzugs-

bereich 12 ist mit  $t_1$ , diejenige zwischen dem Hauptverzugsbereich und dem Auslaufmessorgan 9.2 mit T2 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. Luftfeuchtigkeit, Luftdruck usw. zugeführt werden. Als Führungsgrösse wird die Grösse  $A_{soll}$  vorgegeben.

Der Uebersichtlichkeit 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 Konstanthaltung 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 Erläuterungen der Erfindung notwendigen Elemente in Figur 3 schematisch aufgegliedert.

Beginnend bei Pfad 3 (Konstanthaltung des Mittelwertes) ist ein Vergleichler 35 vorgesehen der eine Differenzbildung zwischen dem Auslauf-Signal  $A_{out}$  und dem Sollwert  $A_{soll}$  vornimmt. Die derart ermittelte Abweichung  $dA$  wird über ein I-Glied 38 einer Additionsstelle 36 zugeführt. Durch Integration der Mittelwertsabweichungen in einem I-Glied 38 wird das Signal  $\Delta m$  gebildet. In der Additionsstelle 36 wird das Signal  $\Delta m$  durch die Addition von 1 ergänzt. In einer zweiten Additionsstelle 37 werden diese Abweichungen und die durch kurzfristige Störungen verursachten Abweichungen  $\Delta h$ , 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. 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  $\Delta H$  gewonnen, welches den hochfrequenten Anteil der Mittelwertsschwankungen angibt. Berücksichtigt werden für diesen Pfad die hochfrequenten Anteile, die in diesem Ausführungsbeispiel bei bis ca. 300Hz lie-

gen. Das Signal  $\Delta H$  wird einem ersten Regelglied R1 mit einer Uebertragungsfunktion zu Minimalisierung von  $\Delta H$  zugeführt. Ausgang des Regelgliedes R1 bildet das Signal  $S_{t1}$ , welches die Verzögerungszeit verschiedener Zeitglieder Z1.1, Z1.2, Z4 optimierend beeinflusst und direkt der zentralen Rechneinheit (10) eingespeist wird.

Als verbindendes Kernstück der Pfade 1 und 4 ist 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  $fR$  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  $m_a$  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 auch direkt durch die zentrale Rechneinheit berücksichtigt werden, indem dieser das Ausgangssignal  $S_{t1}$  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 54 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 Kennfeldadaption zu gewährleisten. Die erwähnten zusätzlichen Messdaten  $I_T$ ,  $I_{1-n}$  können jedoch unter bestimmten Bedingungen eine weitere Verbesserung der Regelung bewirken.

Aehnlich wie in Pfad 2 sieht Pfad 4 eine Filte-

rung des Signals  $A_{out}$  vor, diesmal aber mit einem Bandpassglied 48 anstelle eines Hochpassgliedes. Dem Bandpassglied 48 ist eine Multiplikationsstelle 44 sowie ein Regelglied R2 zur Minimalisierung des entsprechenden Signals B 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  $\delta$  zu beiden Seiten eines Mittelwertes. Liegt das Signal  $m_{e(t1)}$  unter diesem Vorgabewert  $\delta$ , d.h. innerhalb der Toleranzgrenzen um den Mittelwert, so ist der Schalter in einer ersten Position p1. Sobald der Vorgabewert  $\delta$  überschritten wird, in der einen oder anderen Richtung, 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 durchgeschlauft ist, so dass diese Schwankungen voll für den Hauptverzug berücksichtigt werden.

Liegen die Werte für  $m_{e/t1}$  jedoch unter diesem Vorgabewert  $\delta$ , 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 des Schwellwert-

schalters 25 und die Berücksichtigung der Optimierung durch das Regelglied R2 verhindert, dass bei kleinen und sehr kleinen, kurzfristigen Mittelwertsabweichungen 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  $\delta$ , 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 Ueberschreiten des Vorgabewertes  $\delta$  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. Nach der Ausschaltung der Optimierung R1 bleibt die zuletzt eingestellte Zeitverzögerung  $t1$  bis zur Neueinschaltung der Optimierung R1 unverändert.

5       feld 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.

10       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. Die Frequenzbereiche können auch anhand der Liefergeschwindigkeiten angepasst werden.

15       Es muss beachtet werden, dass Uebertragungsfunktionen 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 Uebertragungsfunktionen 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 Uebertragungsfunktionen besteht ausserdem der Vorteil, dass eine Anpassung an verschiedene Betriebsbedingungen (z.B. variable Durchlaufgeschwindigkeit der Bänder) einfach vorgenommen werden kann.

20       Eine besondere Ausführungsform sieht in diesem Sinne eine adaptive Anpassung der Regelparameter vor. Die Parameter der Uebertragungsfunktionen der Regelglieder R1, R2 werden im Verlauf der Regelung verändert, so dass die Variation der Stellgrösse minimiert wird. Die Parameter der Uebertragungsfunktionen 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, was durch entsprechendes Festlegen von Eckdaten des Kennfeldes erreicht wird.

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

30       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-Messorgane ausführen.

Das erfindungsgemässe Regelprinzip gewährleistet eine sehr gute Vergleichmässigung auch bei unvorhergesehenen Aenderungen der Betriebsbedingungen. Insbesondere werden auch einlaufseitige Messfehler im Rahmen der Regelung kompensiert. Sowohl kurzfristige Störungen als auch langsame Aenderungen 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.

Anhand von Figur 4 samt der dazugehörigen Diagramme Fig. 4A bis 4C werden nun verschiedene Operationen der Anordnung nach Fig. 3 näher erklärt. Dabei stellt Fig. 4 eine vereinfachte Version der Fig. 3 dar. Fig. 4 zeigt wieder die Einlauf- und Auslaufmessorgane 9.1 und 9.2, das Vorverzugsfeld 11, das Hauptverzugsfeld 12 und den Rechner 10 mit seinen Eingängen für die Signale  $R_x$ ,  $C_x$ ,  $A_{soll}$ ,  $A_{out}$ ,  $1_T$  und  $1_{in}$ . Diese Figur hebt die Tatsache hervor, dass alle Regeloperationen im Software des Rechners realisiert werden, d.h. die "Elemente" der Pfade 1 bis 4 der Fig. 3 sind Aspekte der Programmierung vom Rechner 10.

Die Operationen, die nun genauer erklärt werden sollen, sind:

1. die Bildung bzw. Anpassung des Kennfeldes, und
2. die entsprechende Aufteilung des Ausgangssignals vom Messorgan 9.1 in seinen Komponenten  $R_x$  und  $C_x$ .

Die Grösse  $m_e$  soll der Masse der Fasern entsprechen, die sich im Messfeld des Einlaufmessorgans 9.1 befinden. Die individuellen Signalkomponenten  $R_x$  und  $C_x$  entsprechen dieser Masse nicht, weil sie auch von mindestens einem weiteren Variablen (den "Parameter) abhängig sind. Es ist aber möglich, für dieses wichtige Parameter eine "Familie" von "Kurven" festzustellen, welche den Verlauf der beiden Signalkomponenten  $R$  und  $C$  als eine Funktion der Faser Masse (d.h. als eine Funktion von  $m_e$ ) für beliebige ausgewählte Werte des Parameters darstellen. Dies ist in den

Diagrammen 4A (Signalkomponente  $C_x$ ) und 4B (Signalkomponente  $R_x$ ) gemacht worden, wobei es sich hier nicht um den genauen Verlauf der Charakteristiken geht, sondern nur um die Darstellung des Prinzips. Der Parameter ist der Wassergehalt des Faserverbandes, welcher beispielsweise als ein Prozentsatz der Faser Masse dargestellt werden kann. Als Beispiele sind in Fig. 4A und 4B je drei Charakteristiken gezeigt - eine Charakteristik bei 10 % Wasser, eine bei 20 % Wasser und eine bei 30 % Wasser.

Wichtig ist, dass sich die Signalkomponente  $R$  hauptsächlich mit dem Wassergehalt ändert und bei geänderter Faser Masse praktisch konstant bleibt (Fig. 4B zeigt waagerechte "Kurven" in Fig. 4B, was in der Praxis nicht ganz stimmt, aber als eine Annäherung angenommen werden kann).

Dies bedeutet, dass jedem beliebigen Wert von  $m_e$  (Faser Masse im Messfeld) ein Signalkomponentenpaar  $R_x$ ,  $C_x$  eindeutig zugeordnet werden kann. Die "reale" Signalkomponente  $R$  ermöglicht eine "Auswahl" unter den "Kurven" der Fig. 4A, so dass die "imaginäre" Signalkomponente zur Bestimmung der Faser Masse (Grösse  $m_e$ ) anhand der zutreffenden Charakteristik ausgenutzt werden kann.

Bei der Bildung des Kennfeldes werden dementsprechend einzelne Zuordnungen von empirisch festgestellten Signalkomponentenpaaren  $R_x$ ,  $C_x$  zu bekannten Faser Massen bzw. Faser- und Wassermassen im Kennfeld (in einem Speicher des Rechners 10) eingetragen. Ein theoretisch berechnetes "Modell" des Kennfeldes ermöglicht dann die Extrapolation der empirisch festgelegten Werte, um ein genügend weitreichendes und detaillierteres Kennfeld (als erste Annäherung) zu bilden, um den erwünschten Arbeitsbereich (Faser Masse bzw. Wassergehalt) mit der erwünschten Präzision (d.h. Detaillierungsgrad des Kennfeldes) abzudecken. Mit diesem zum Teil theoretisch, zum Teil empirisch ermittelten Kennfeld, kann das System jetzt (allerdings unoptimiert) arbeiten.

Vor der Bereinigung des Kennfeldes, die nachstehend beschrieben werden soll, wird das System nicht optimal arbeiten, da das zum grössten Teil theoretisch gebildete Kennfeld den praktischen Bedingungen wohl kaum entsprechen wird. Es gilt bei der Bereinigung des Kennfeldes, den Signalkomponentenpaaren  $R_x$ ,  $C_x$  der Praxis den ihnen zutreffenden Faser Massen zuzuordnen und das Kennfeld entsprechend zu korrigieren. Dies wird dadurch ermöglicht, dass das Auslaufmessorgan 9.2 einen anderen Aufbau als das Einlaufmessorgan 9.1 hat und direkt auf die Faser Masse (bzw. auf den Querschnitt des Bandes) anspricht. Das bevorzugte Auslaufmessorgan ist ein Tastwalzenpaar z.B. nach unserem US-Patent Nr. 4 539 729.

Bei der Durchführung der Bereinigung (d.h. bei der Neuordnung der Signalkomponentenpaaren

$R_x$ ,  $C_x$  zu ihren Grössen  $m_e$ ) ist es aber notwendig, sowohl die Zeitverschiebung zwischen dem Messen im Einlaufmessorgan und im Auslaufmessorgan als auch die Verarbeitung des Bandes zwischen diesen Organen (im Streckwerk) zu berücksichtigen. Dabei kann vor einem konstanten Vorverzug  $K_1$  (Fig. 3) ausgegangen werden, der im Rechner 10 als Maschineneinstellung eingetragen worden ist. Bei konstanter Liefergeschwindigkeit (Drehzahl des Lieferzylinders) kann auch von einer konstanten Durchlaufzeit  $T_2$  vom Streckwerk bis zum Auslaufmessorgan 9.2 ausgegangen werden. Um den erwünschten Ausgleich der Fasermassen pro Längeneinheit des Bandes zu erlangen, ist es aber notwendig, die Drehzahl der Einlaufwalzen bis zum Einlauf in das Hauptverzugsfeld gesteuert zu ändern, mit konsequenten Veränderungen des Hauptverzuges und der Durchlaufzeit vom Einlaufmessorgan 9.1 bis in Hauptverzugsfeld.

Bei der Bereinigung des Kennfeldes nach Fig. 3 wird dementsprechend einen augenblicklich durch das Auslauforgan 9.2 festgestellten Wert für die Fasermasse im gelieferten Band einem Signalkomponentenpaar  $R_x$ ,  $C_x$  zugeordnet, das eine bestimmte Zeit früher durch das Einlaufmessorgan 9.1 erzeugt wurde. Diese Zuordnung ist durch die Berücksichtigung der Zeitverschiebungen  $t_1$  und  $T_2$  ermöglicht. Bei der Bereinigung des Kennfeldes interessiert aber nicht die Fasermasse im gelieferten Band, sondern die entsprechende Fasermasse im Vorlageband, was durch die Berücksichtigung des Verzuges, das auf das Vorlageband ausgeübt wurde, rekonstruiert werden kann. Dieser rekonstruierte Wert der Fasermasse im Vorlageband wird (als die Grösse  $m_e$ ) im Kennfeld dem zutreffenden Signalkomponentenpaar zugeordnet, wobei der ursprünglich (theoretisch) berechneten Wert der Grösse  $m_e$  für dieses Signalkomponentenpaar ausgelöscht wird.

Nach einer gewissen Periode der "Erfahrung" hat das System auf dieser Weise das eigene (ihm zugeschnittene) Kennfeld aufgebaut und kann entsprechend "optimiert" arbeiten. Es ist aber dadurch nur ein einziger "Störfaktor" (das Wassergehalt des Vorlagebandes) berücksichtigt worden. In der Praxis kommen weitere vorhersehbare und unvorhersehbare Störungen. Zu den Störungen gehören z.B. Luftfeuchtigkeitsveränderungen, welche die "Verstreckbarkeit" des Faserverbandes beeinflussen und die Liefergeschwindigkeit, welche das Verhalten des Regelkreises beeinflussen kann. Wo grössere Veränderungen zu erwarten sind, kann es von Vorteil sein, die veränderbare Variable als "Parameter" zu definieren und für verschiedene Werte dieses Parameters je ein eigenes Kennfeld zu bilden. Es wird dann von einem Kennfeld zum anderen in Abhängigkeit von z.B. einem Signal auf dem Eingang  $1_{i-n}$  oder von der Einstellung der

Liefargeschwindigkeit gewechselt.

Es können aber nicht alle Einflüsse der verschiedenen Störungen vorhergesehen werden. Die Alterung des Einlaufmessorganes (oder des Auslaufmessorganes) oder der Streckwalzen werden das System beeinflussen, so dass das Verhalten des Systems sich mit der Zeit ändert. Ein Wechsel des verarbeiteten Materialtyps kann auch zu Änderungen im Systemverhalten führen. Solche Änderungen können aber durch die laufende Anpassung des Kennfeldes berücksichtigt werden.

Wichtig dabei ist, dass das Einlaufmessorgan zwei Signalkomponenten liefert, die als ein Paar eindeutig einer feststellbaren Fasermasse zugeordnet werden können und dass die Feststellung anhand des vom Auslaufmessorganes gelieferten Signals und bekannter oder ermittelbarer Parameter des geregelten Systems durchgeführt werden kann.

Die Aufteilung des Signals des Einlaufmessorganes 9.1 ist in seinen realen und imaginären Teilen ein wichtiger Aspekt des Verfahrens. Fig. 4 zeigt daher eine Möglichkeit, diese Aufteilung zu bewirken.

Das Messorgan 9.1 umfasst in Fig. 4 einen Kondensator 9.1, einen Verstärker 100 und zwei Gleichrichter 102, 104 je mit einem Glättungselement 106 und einem Verstärker 108. Eine Wechselstromquelle  $Q$  liefert Energie mit einer vorgegebenen Frequenz an den Kondensator und auch an den Gleichrichter 102, 104 wobei ein Gleichrichter 102 phasengleich und ein Gleichrichter 104 mit einer  $90^\circ$  Phasenverschiebung gegenüber dem Kondensator gespeist wird.

Der Gleichrichter 104 liefert ein Signal, welches  $1/R_x$  darstellt und der Gleichrichter 102 liefert sein Signal an ein Additionselement 110, wo es mit einem Referenzwert  $C_0$  kombiniert wird, das der Kapazität des "leeren" Kondensators (d.h. ohne Faserband) entspricht. Die Ausgangsleitung dieses Elementes 110 trägt das Signal  $C_x$  in der Form von Abweichungen gegenüber dem Referenzwert.

Die Beschreibung bislang ist auf die Vorteile des neuen Systems konzentriert, die in Zusammenhang mit dem "Beimischen" von einem Störmaterial (Wasser) im Faserverband entstehen. Sogar aber dann, wenn der abzutastende Faserverband nur Fasern (und Luft) enthält, kann das neue System einen Zusatzvorteil ergeben, nämlich dann, wenn das Einlaufmessorgan an und für sich keine Absolutwerte sondern nur Relativergebnisse liefern kann. Dies ist z.B. der Fall, wo das Einlaufmessorgan als Messkondensator (Fig. 2) gebildet wird.

Ein solches Messorgan ist sehr praktisch, wo es notwendig ist, Fasermaterial in Vliesform zu überwachen. Diese Art von Messorgan hat aber bislang den Nachteil gehabt, dass es die Fasermenge selbst nicht angeben sondern nur Schwan-

kungen in der Fasermenge anzeigen konnte. Durch das Kalibrieren des Einlaufmessorgans anhand der Messwerte des Auslaufmessorgans ist es aber nun möglich, Absolutwerte für die Faser­masse (in der Form der Grösse  $m_a$ ) auch vom Einlaufmessorgan zu gewinnen. Die Voraussetzung dafür ist natürlich, dass das Kennfeld an den gegebenen Verhältnissen angepasst worden ist.

Das Auslaufmessorgan 9.2 spielt eine wichtige Rolle sowohl in der Regelung (Pfad 3, Fig. 3) zur Konstanzhaltung des Mittelwertes vom gelieferten Band als auch in der Steuerung (Pfad 1, 2 und 4, Fig. 3) zum Ausgleichen von kurzweiligen Masse­schwankungen. Während das Einlaufmessorgan auf ein "Vlies" (Fig. 2) reagieren muss, kann das Auslaufmessorgan an einer Messstelle nach dem Zusammenfassen des ver­streckten Vlieses zu einem Band (in Trichter T, Fig. 1) gestellt werden.

Es ist daher möglich, im Auslauf ein Tastwalzenpaar vorzusehen, welches auf den Querschnitt des gelieferten Bandes reagiert. Ein Tastwalzenpaar ist gegenüber dem Wassergehalt des Bandes praktisch unempfindlich. Diese Art von Messwandler ist daher bestens geeignet, die durch Feuchtigkeit hervorgerufene Messfehler im Einlaufmessorgan über das Kennfeld zu unterdrücken. Ein Messsensor, der auf den Bandquerschnitt reagiert ist aber eigenen Messfehlern unterworfen, die auch zu berücksichtigen sind. Der Hauptfehler beim Messen des Bandquerschnittes wird durch die von Fasern im Bandinneren mitgeschleppte Luft hervorgerufen.

Dabei ist es wichtig, zu erkennen, dass ein konstanter Messfehler weder für die Steuerung noch für die Regelung Probleme hervorruft. Schwierigkeiten entstehen nur dann, wenn der Messfehler unvorhersehbare Schwankungen unterworfen ist, die dann zu Fehlreaktionen des Steuerungs-/Regelungssystems führen.

Schwankungen in der Menge der mitgeschleppten Luft sind auf Veränderungen in der Packungsdichte der Fasern im Band zurückzuführen, d.h. auf Veränderungen vom vorhandenen Raum zwischen den Fasern. Die Luftmenge im Faserverband beim Messen hängt auch davon ab, wie viel Luft beim Komprimieren des Faserverbandes abgequetscht wurde. Sowohl die Packungsdichte wie auch der Widerstand, welcher dem Abquetschen von Luft widersteht, hängen im wesentlichen vom Parallelisierungsgrad der Fasern ab. Der Parallelisierungsgrad der Fasern in einem von einem Streckwerk gelieferten Band hängt einerseits vom Parallelisierungsgrad der Fasern im Vorlagematerial und andererseits vom im Streckwerk ausgeübten Verzug ab. Da sich der Verzug in einem Regulierstreckwerk stetig ändert ist mit veränderbarer Packungsdichte der Fasern im gelieferten Band und daher mit einem variablen Luftanteil im

Bandquerschnitt zu rechnen.

Eine noch stärkere Wirkung kann bei einem Bandbruch im Einlauf festgestellt werden. Dies führt zu einer entsprechenden Abnahme des Verzugs und daher zu einem niedrigeren Faserparallelisierungsgrad. Im Faserverband ist mehr Platz vorhanden, um Luft mitzuschleppen, und das Tastwalzenpaar quetscht einen niedrigeren Anteil der mitgeschleppten Luft aus dem Faserverband aus. Die Messung der "Fasermenge" im Tastwalzenpaar (das auf den Querschnitt des "Faserverbandes" reagiert) ist dementsprechend zu hoch.

Dementsprechend sollte mindestens bei hohen Verzugsänderungen eine Korrektur des Ausgangssignals des Auslaufmessorgans ausgeführt werden, um die Auswirkungen der veränderbaren Verzugshöhe auf das Signalniveau zu eliminieren. Dies kann ohne weiteres durch den Rechner 10 (Fig. 3 und 4) durchgeführt werden, weil dieser Rechner die entsprechenden Informationen zur Verzugshöhe (mit einer geeigneten Zeitverschiebung, Glied Z3, Fig. 3) erhält.

Dabei wird es kaum notwendig sein, das Signal  $A_{out}$  an jede kleine Verzugsveränderung anzupassen. Es kann aber mindestens eine Anpassung stattfinden, wenn das Vorlagematerial einem relativ hohen Verzug unterworfen wird, z.B. nach einem Bandbruch im Einlauf. Fig. 5 zeigt schematisch eine "Hardware-Lösung" die aber auch durch Programmierung des Rechners 10 zu verwirklichen wäre. Diese Lösung umfasst einen "Signalgeber" 120 (z.B. das Element 43, Fig. 3), welcher ein vom Verzug abhängiges Signal an ein Zeitverschiebungselement 122 (z.B. das Element Z3, Fig. 3) liefert. Das zeitverschobene Signal wird an ein Schwellwertelement 124 weitergeleitet, so dass beim Ueberschreiten des Schwellwertes, welches einer vorgegebenen Verzugshöhe entspricht, ein Korrektursignal über einen Verstärker 126 an die Additionsstelle 128 weitergegeben wird.

Die Additionsstelle 128 erhält auch das Ausgangssignal  $A_{out}$  des Auslaufmessorgans 9.2 und summiert dieses Signal mit dem Korrektursignal, wenn letzteres vom Verstärker 126 erhalten wird. Das Resultat wird über den Ausgang 130 an die Pfade 1, 2, 3 und 4 zur Auswertung weitergegeben. Falls kein Korrektursignal erzeugt wird, weil den vom Glied 124 bestimmten Schwellwert nicht überschritten wurde, leitet die Additionsstelle 128 das Signal  $A_{out}$  ohne Korrektur über den Ausgang 130 weiter.

Wie schon erwähnt, hängt der Parallelisierungsgrad der Fasern im gelieferten Band nicht nur vom ausgeübten Verzug sondern auch vom Parallelisierungsgrad der Fasern im Vorlagematerial ab. Dieser nimmt in der Spinnereilinie von der Karde bis zum Endspinnverfahren stetig zu. Die Korrektur des Ausgangssignals des Auslaufmessorgans wird

dementsprechend wichtiger, je früher das Regulierstreckwerk in der Verarbeitungslinie eingesetzt wird - und die geeignete Korrektur hängt auch von diesem "Umgebungsfaktor" ab. Es wird daher in der Praxis vorteilhaft, den Verstärker 126 einstellbar auszuführen, so dass das Korrektursignal an dieser Stelle in der Verarbeitungslinie angepasst werden kann.

Es ist nicht unbedingt notwendig, den Schwellwertschalter 124 vorzusehen. Ein von der Verzugshöhe abhängiges Signal kann kontinuierlich an den Verstärker 126 geliefert werden, so dass das Signal  $A_{out}$  stets als Funktion der Verzugshöhe korrigiert wird. Es könnten auch zwei oder mehrere Schwellwerte definiert werden, die verschiedene Korrekturen hervorrufen, wobei die Korrekturen bekannte Erfahrungswerte sind.

Ein weiteres Problem in der Auswertung des Ausgangssignals vom Auslaufmessorgan entsteht durch das erwähnte Abquetschen von Luft beim Messverfahren selbst. Diese Wirkung ist auch von der Liefergeschwindigkeit abhängig. Je höher die Liefergeschwindigkeit, desto weniger Luft kann durch das Walzenpaar abgepresst werden. Eine Zunahme der Liefergeschwindigkeit ergibt daher eine scheinbare Abnahme des Bandquerschnittes (der Fasermasse).

Bei konstanter Liefergeschwindigkeit im Betrieb entsteht deswegen kein Fehler aber beim Stoppen bzw. Hochlaufen des Streckwerkes werden die Messwerte des Auslaufmessorganes dadurch verfälscht. Im Fall eines Streckwerkes mit veränderbarer Liefergeschwindigkeit zur Anpassung des Verzuges an Fasermassenschwankungen kann bei hohen Verzugsänderungen auch im Normalbetrieb eine Fehlwertung verursacht werden.

Dies kann dadurch vermieden werden, dass das Ausgangssignal des Auslaufmessorganes in Abhängigkeit von der momentanen Liefergeschwindigkeit (mindestens während des Abbremsens bzw. Hochlaufens) korrigiert wird. Die Korrektur ist in Fig. 5 nicht einzeln gezeigt worden, da sie im wesentlichen wie für die dargestellte Verzugskorrektur durchgeführt werden kann. Dabei wird das Korrektursignal natürlich nicht vom Verzug sondern von der Liefergeschwindigkeit abgeleitet und an eine geeignete Stelle (z.B. die Additionsstelle 128) zur Kombination mit dem Ausgangssignal vom Messorgan 9.2 geleitet.

Es ist im Zusammenhang mit dem Auslaufmessorgan keine automatische Optimierung durch Nachprüfung der Ergebnisse möglich, weil das Auslaufmessorgan selbst die letzte Kontrolle über die erzielten Resultate darstellt. Es ist aber daher umso wichtiger, Verfälschungen des Signals an dieser Stelle auszugleichen. Die Optimierung der Korrektur kann empirisch durch das Bedienungspersonal durchgeführt werden.

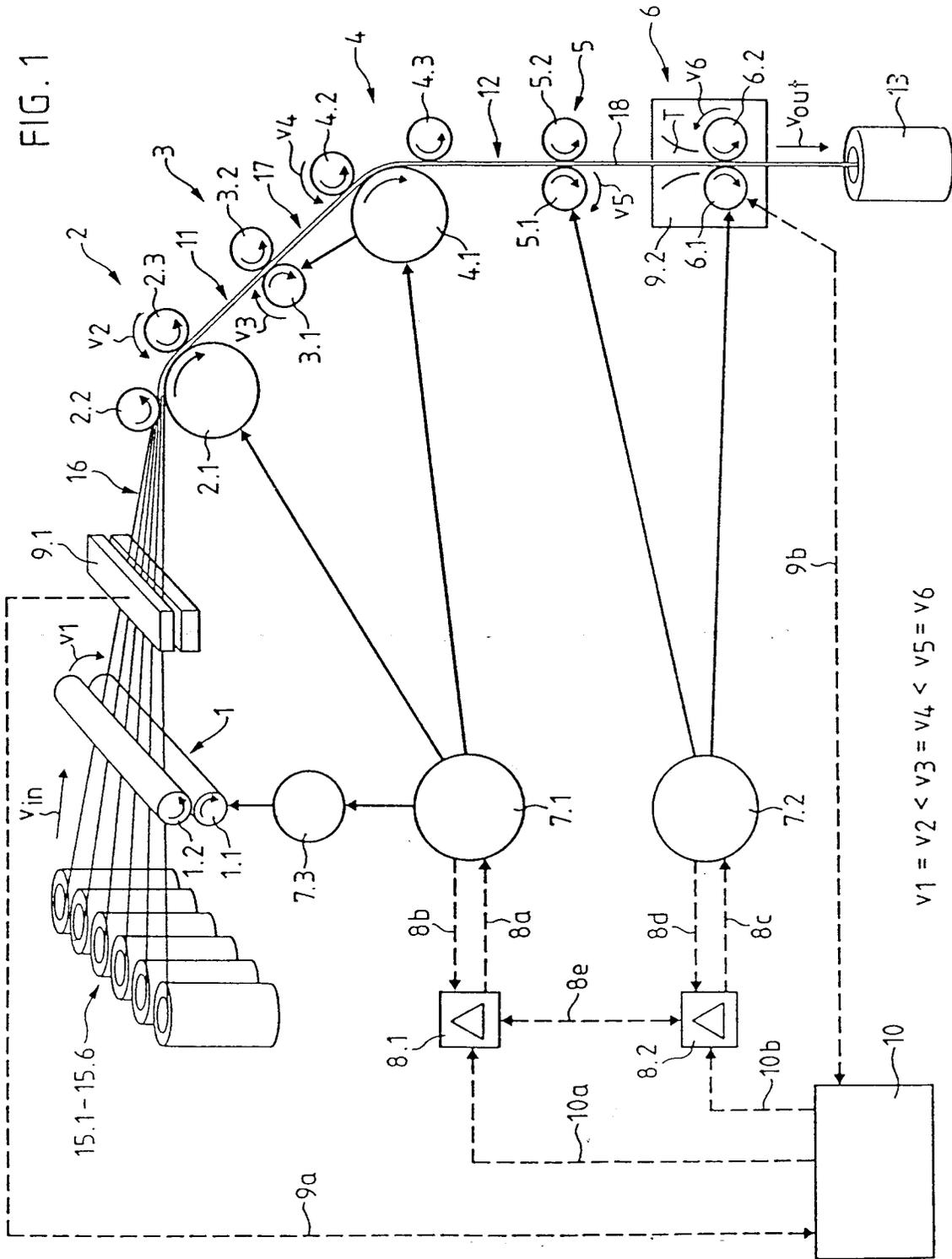
## Patentansprüche

1. Ein Regulierstreckwerk für Faserbänder mit einem Auslaufmessorgan, mindestens einem Verzugsfeld, einem Antriebssystem und einer Steuerung bzw. einer Regelung für das Antriebssystem, wobei die Steuerung bzw. die Regelung auf ein vom Auslaufmessorgan geliefertes Messignal reagiert um über das Antriebssystem den Verzug im genannten Verzugsfeld derart zu ändern, dass Masseschwankungen in Vorlagefaserbänder korrigiert werden, dadurch gekennzeichnet, dass das Messsignal des Auslauforganes in Abhängigkeit der Betriebsbedingungen angepasst wird, um von diesen Bedingungen hervorgerufene Wirkungen auf die Messergebnisse auszugleichen.
2. Ein Streckwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Messsignal des Auslaufmessorganes in Abhängigkeit von der Verzugshöhe angepasst wird, welche auf dasjenige Faserverbandstück ausgeübt wurde, das dieses Messsignal verursachte.
3. Ein Streckwerk nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Messsignal des Auslaufmessorganes in Abhängigkeit von der Liefergeschwindigkeit korrigiert wird.
4. Ein Streckwerk nach den Ansprüchen 1,2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Auslaufmessorgan zum Feststellen des Querschnittes vom gelieferten Band geeignet ist.
5. Ein Regulierstreckwerk mit einem Messorgan im Einlauf, welches sowohl auf die durchlaufende Fasermasse als auch auf die Menge eines mit der Fasermasse mitgetragenen Stoffes reagiert, einem Messorgan im Auslauf, welches nicht auf den mitgetragenen Stoff reagiert, einem Antriebssystem, mindestens einem Verzugsfeld und einem Steuer- bzw. Regelsystem, welches auf die Messorgane anspricht, um durch Verzugsänderungen Schwankungen in der das Einlaufmessorgan durchlaufenden Fasermasse bis zum Durchlauf durch das Auslaufmessorgan zu reduzieren, gekennzeichnet durch Mittel zur Gewinnung eines Messsignals durch ein Einlaufmessorgan mit zwei derartigen Komponenten, dass Komponentenwertpaare eindeutig einer feststellbaren Fasermenge zugeordnet werden können, und Mittel durch zum Zuordnen von Komponentenwertpaaren zu vom Auslaufmessorgan festgestellten Fasermengen bei Berücksichtigung der Wirkung des Streckwerkes auf die Fasermasse zwischen den Einlauf- und Aus-

laufmessorganen.

6. Ein Streckwerk nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die vom Auslaufmessorgan festgestellte Fasermenge erst nach Anpassung des Ausgangssignals dieses Organes nach den Ansprüchen 1 bis 4 ermittelt wird. 5
7. Ein Verfahren zur Ermittlung derjenigen Fasermenge im Auslauf eines Streckwerkes, welche einem Ausgangssignal von einem Messorgan entspricht, wobei dieses Signal sowohl von der Fasermenge wie auch von der Luftmenge im Messorgan abhängig ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgangssignal vor der Ermittlung an den Betriebsbedingungen des Streckwerkes angepasst wird. 10  
15
8. Ein Verfahren zur Auswertung der Ausgangssignale von einem Messorgan, in Einlauf eines Streckwerkes, wobei dieses Organ auf die im Messorgan vorhandene Fasermenge reagiert, dadurch gekennzeichnet, dass ein Messsignal von diesem Messorgan mit zwei derartigen Komponenten gewonnen wird, dass Komponentenwertpaare eindeutig einer feststellbaren Fasermenge zugeordnet werden können, und dass diese Komponentenwertpaaren Faser- 20  
25  
30  
35  
40  
45  
50  
55  
mengen zugeordnet werden, die durch ein Messorgan in Auslauf des Streckwerkes bei Berücksichtigung der Wirkung des Streckwerkes auf die Fasermasse zwischen den Einlauf- und Auslaufmessorganen festgestellt werden.

FIG. 1



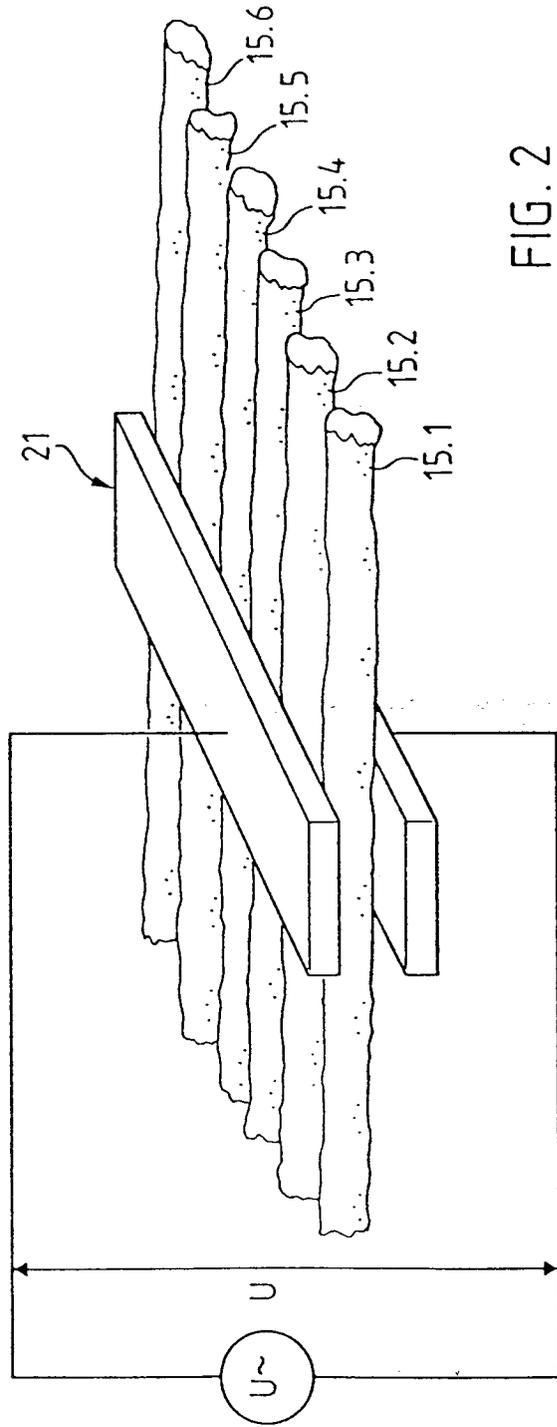
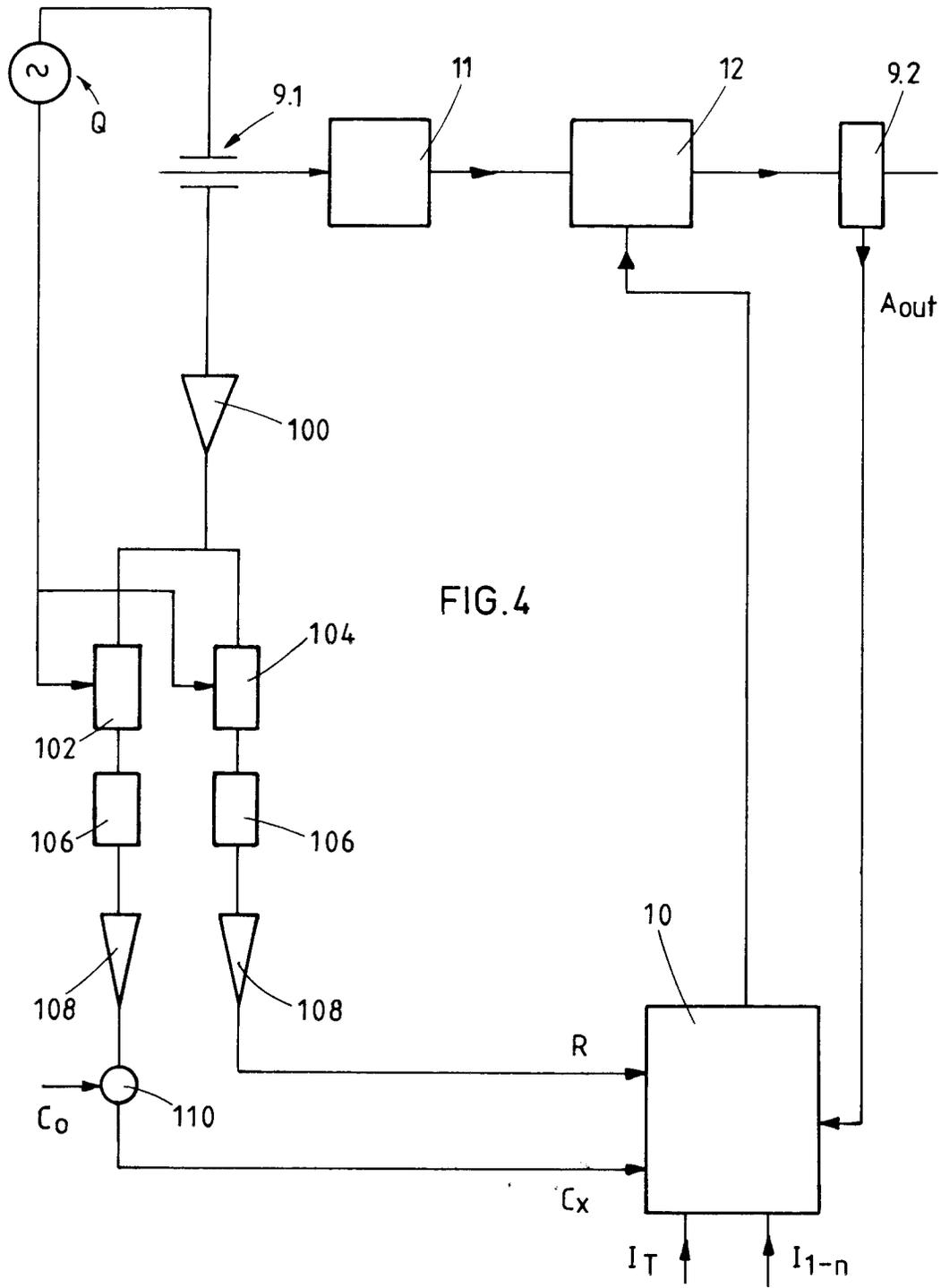


FIG. 2





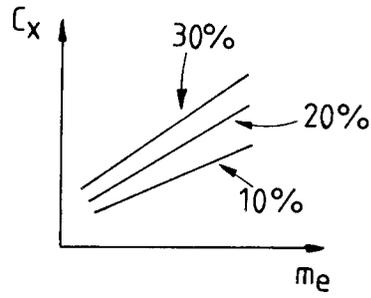


FIG. 4 A

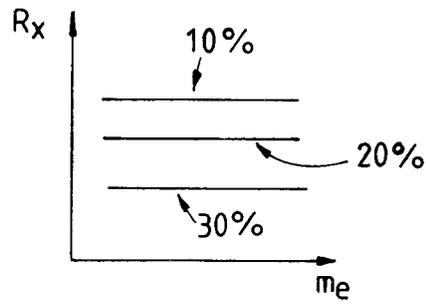


FIG. 4 B

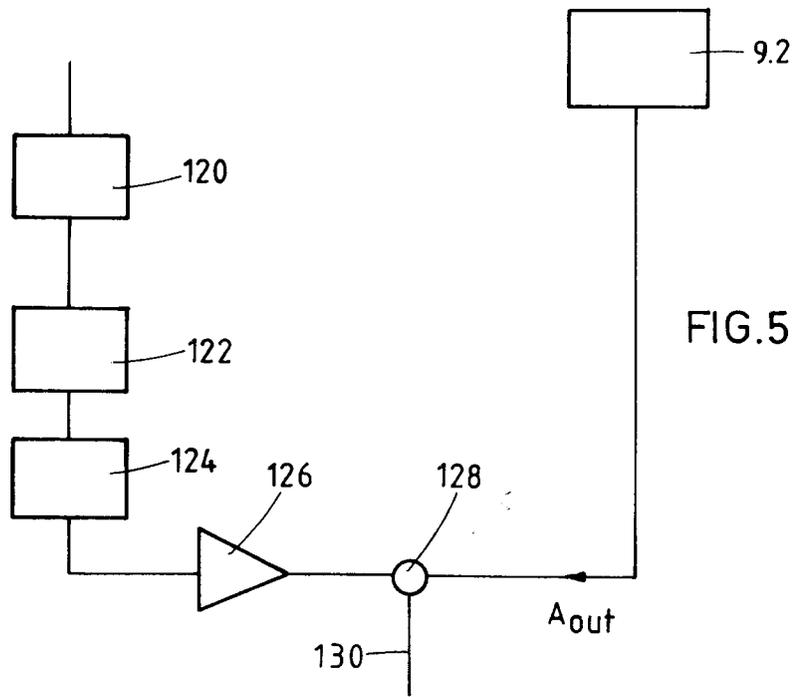


FIG. 5



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			EP 91114720.5
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
A	<u>DE - A1 - 3 635 341</u> (ZINSER TEXTILMASCHINEN GMBH) * Gesamt * --	1-8	D 01 H 5/32 D 01 H 5/38
D, A	<u>EP - A2 - 0 176 661</u> (ZELLWEGER USTER AG) * Gesamt * --	1-8	
D, A	<u>CH - A5 - 672 928</u> (ZINSER TEXTILMASCHINEN GMBH) * Gesamt * --	1-8	
D, A	<u>EP - A1 - 0 340 756</u> (ZINSER TEXTILMASCHINEN GMBH) * Gesamt * --	1-8	
D, P, A	<u>EP - A1 - 0 412 448</u> (MASCHINENFABRIK RIETER AG) * Gesamt * --	1-8	
D, A	<u>US - A - 4 539 729</u> (MEILE et al.) * Gesamt * ----	1-8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.)  D 01 H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 15-11-1991	Prüfer NETZER
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</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 Patentdokument, 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			