PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 :
D21G 9/00

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: **WO 97/18349**

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 22. Mai 1997 (22.05.97)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP96/04639

(22) Internationales Anmeldedatum: 25. Oktober 1996 (25.10.96)

(30) Prioritätsdaten:
195 42 448.4 14. November 1995 (14.11.95) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US)*: VOITH SULZER PAPIERMASCHINEN GMBH [DE/DE]; Postfach 19 70, D-89509 Heidenheim (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: MUENCH, Rudolf [DE/DE]; Essinger Strasse 7, D-89551 Königsbronn (DE). GRIECH, Wolfgang [DE/DE]; Osterholzstrasse 130, D-89522 Heidenheim (DE). MAILAENDER, Ulrich [DE/DE]; Humboldtstrasse 46, D-89522 Heidenheim (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: VOITH SULZER PAPIERMASCHINEN GMBH; Postfach 19 70, D-89509 Heidenheim (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: CA, NO, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

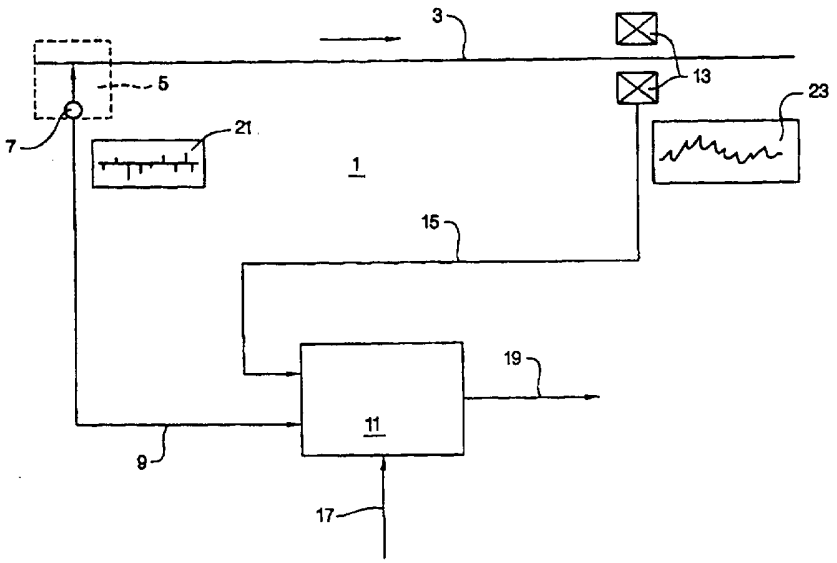
Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.
Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.

(54) Title: PROCESS AND DEVICE FOR DETERMINING THE EFFECT OF ADJUSTEMENT OF FINAL CONTROL ELEMENTS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND EINRICHTUNG ZUR ERMITTLUNG DER AUSWIRKUNG DER VERSTELLUNG VON STELLGLIEDERN

(57) Abstract

Disclosed is a process for determining the effect of an adjustment of final control elements used in the manufacture of a material web, said control elements being distributed over the web width and influencing the web characteristics. The process is characterised in that: when at least one of the final control elements is adjusted, a prediction on the effect of the adjustment is made on the basis of known values via the behaviour of the web characteristics-cross section as the control elements are adjusted; at least one web characteristics-cross section is measured before and after adjustment of the control elements; the prediction on the effect of the control element adjustments is compared to the measured effect; the current known values are adjusted until a better match is obtained between the predicted and measured effects.



(57) Zusammenfassung

Es wird ein Verfahren zur Ermittlung der Auswirkung einer Verstellung von bei der Herstellung einer Materialbahn eingesetzten, über die Bahnbreite verteilt angeordneten, die Materialbahneigenschaften beeinflussenden Stellgliedern vorgeschlagen, das sich dadurch kennzeichnet, daß bei der Verstellung mindestens eines Stellgliedes eine aus Erkenntniswerten über das Verhalten des Bahneigenschafts-Querprofils bei der Veränderung von Stellgliedern abgeleitete Vorhersage über die Auswirkung der Stellgliedverstellung getroffen wird, daß mindestens ein Bahneigenschafts-Querprofil vor und nach der Verstellung der Stellglieder gemessen wird, daß die Vorhersage über die Auswirkung der Stellgliedverstellungen mit der gemessenen Auswirkung verglichen wird, daß die bestehenden Erkenntniswerte abgewandelt werden, bis sich eine bessere Übereinstimmung zwischen vorhergesagter und gemessener Auswirkung ergibt.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	**GB**	Vereinigtes Königreich	**MX**	Mexiko
AT	Österreich	**GE**	Georgien	**NE**	Niger
AU	Australien	**GN**	Guinea	**NL**	Niederlande
BB	Barbados	**GR**	Griechenland	**NO**	Norwegen
BE	Belgien	**HU**	Ungarn	**NZ**	Neuseeland
BF	Burkina Faso	**IE**	Irland	**PL**	Polen
BG	Bulgarien	**IT**	Italien	**PT**	Portugal
BJ	Benin	**JP**	Japan	**RO**	Rumänien
BR	Brasilien	**KE**	Kenya	**RU**	Russische Föderation
BY	Belarus	**KG**	Kirgisistan	**SD**	Sudan
CA	Kanada	**KP**	Demokratische Volksrepublik Korea	**SE**	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	**KR**	Republik Korea	**SG**	Singapur
CG	Kongo	**KZ**	Kasachstan	**SI**	Slowenien
CH	Schweiz	**LI**	Liechtenstein	**SK**	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	**LK**	Sri Lanka	**SN**	Senegal
CM	Kamerun	**LR**	Liberia	**SZ**	Swasiland
CN	China	**LK**	Litauen	**TD**	Tschad
CS	Tschechoslowakei	**LU**	Luxemburg	**TG**	Togo
CZ	Tschechische Republik	**LV**	Lettland	**TJ**	Tadschikistan
DE	Deutschland	**MC**	Monaco	**TT**	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	**MD**	Republik Moldau	**UA**	Ukraine
EE	Estland	**MG**	Madagaskar	**UG**	Uganda
ES	Spanien	**ML**	Mali	**US**	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	**MN**	Mongolei	**UZ**	Usbekistan
FR	Frankreich	**MR**	Mauretanien	**VN**	Vietnam
GA	Gabon	**MW**	Malawi		

Verfahren und Einrichtung zur Ermittlung der Auswirkung der Verstellung von Stellgliedern

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Ermittlung der Auswirkung der Verstellung von Stellgliedern gemäß der Oberbegriffe der Ansprüche 1 und 19 sowie ein Verfahren zum Herstellen einer Materialbahn gemäß Oberbegriff des Anspruchs 22.

Bei der Herstellung von Materialbahnen, beispielsweise von Papier- oder Kartonbahnen, müssen das Querprofil der Materialbahneigenschaften und der Versatz der Materialbahn bestimmt werden, um zur Einstellung eines gewünschten Querprofils bestimmte Stellglieder verstellen zu können, die bei der Herstellung der Materialbahn eingesetzt werden, über die Bahnbreite verteilt angeordnet sind und die Materialbahneigenschaften beeinflussen.

Es ist bekannt, Materialbahnabschnitte der Herstellungsmaschine zu entnehmen und im Labor zu untersuchen, um das Querprofil bestimmter Bahneigenschaften zu ermitteln. Dieses Verfahren ist sehr aufwendig und zeigt den Nachteil, daß unerwünschte Eigenschaften erst sehr spät festgestellt werden können. Eine Vermeidung dieser Eigenschaften kann erst sehr viel später erfolgen, so daß häufig große Teile von Materialbahnen Qualitätsmängel aufweisen oder als

Ausschuß wieder aufgearbeitet werden müssen.

Es ist außerdem bekannt, zur Ermittlung eines Querschrumpf-Querprofils einer Papierbahn mit geeigneten Vorrichtungen Markierungen auf die Bahn aufzubringen und diese mit Hilfe geeigneter Einrichtungen, beispielsweise Sensoren, zu erfassen (DE 40 08 282 A1). Die Papiermaschine muß also so ausgelegt sein, daß sowohl die Markierungseinrichtung als auch die geeigneten Erfassungseinrichtungen eingebracht werden können. Häufig ist der dazu erforderliche Bauraum nicht vorhanden oder aus Raumgründen nicht bereitstellbar. Außerdem erhöhen sich die Kosten für eine derartige Papiermaschine. Das Verfahren zur Querschrumpfermittlung ist überdies sehr aufwendig, da zusätzliche Markierungsmittel eingesetzt werden müssen. Zudem ist eine Markierung unerwünscht, da sie die Papierqualität mindert.

Es ist schließlich bekannt, zur Ermittlung der örtlichen Zuordnung von Stellgliedpositionen zu Meßpositionen auf der Papierbahn sogenannte "Bump-Tests" durchzuführen. Es handelt sich dabei um Testverstellungen einzelner weit genug auseinanderliegender Stellglieder mit dem Ziel, anhand von Querprofilmessungen die Orte und die geometrische Form der Auswirkungen dieser Stellglieder auf Papiereigenschaften festzustellen. Derartige Testverstellungen werden dann automatisch zum Beispiel periodisch oder auf Bedienerwunsch ausgeführt, um ein geändertes Prozeßverhalten zu erkennen. Die Testverstellungen müssen so groß gewählt werden, daß sich das

Ergebnis der Verstellung im Papier deutlich wiederfindet und sich nach geeigneter Meßwertfilterung aus dem Prozeßrauschen und Meßrauschen abhebt. Die Tests stören also den Produktionsprozeß. Während der Bump-Tests und ihrer Auswertung kann selbstverständlich nicht gleichzeitig mit Hilfe dieser Stellglieder auf den Prozeß eingewirkt werden, um zum Beispiel aktuelle Prozeßstörungen auszugleichen. Eine eventuelle Bahneigenschafts-Querprofilregelung muß während des Tests abgeschaltet werden. Die Genauigkeit mit der die Auswirkungsorte der verstellten Stellglieder bestimmt werden ist bestimmt durch die Anzahl von Querprofilmeßwerten die zur Verfügung stehen, beziehungsweise durch den Abstand einzelner Datenwerte. Dieser Abstand beträgt üblicherweise 1 cm bis 10 cm. In jedem Fall ist die erzielte Genauigkeit nicht ausreichend um aus den ermittelten Orten ein genaues Querschrumpf-Querprofil zu ermitteln, wie folgende Beispielrechnung zeigt:

Die Orte der Stellelemente sind über die Breite der Produktionsmaschine exakt bekannt. Zwei möglichst weit auseinanderliegende Stellglieder werden verstellt. Der Abstand x_s dieser Stellglieder ist bekannt. Der Abstand der Profiländerungen x_p kann gemessen werden.

Der prozentuale Querschrumpf beträgt dann:

$$\text{Schrumpf} = ((x_s - x_p)/x_s) \cdot 100\%.$$

Bei einer Papierbahnbreite von beispielsweise 5000 mm, einem typischen Schrumpf von 5% = 250 mm und einem Meßdatenabstand von 25 mm ist so eine Gesamt-Schrumpfbestimmung genau genug möglich.

Die Meßaufgabe lautet jedoch, zum Beispiel die Frage zu klären, an welcher Stelle der Papierbahn der Schrumpf minimal ist, ob er symmetrisch ist, wie sich die Ränder der Papierbahn im Vergleich zur Mitte verhalten etc. Der Schrumpf muß also für möglichst kleine Bereiche auf der Papierbahn möglichst genau gemessen werden, um ein aussagefähiges Querschrumpf-Querprofil zu erhalten.

Um beispielsweise in einem 500 mm breiten Bereich den Schrumpf auf 0,5% absolute Genauigkeit bestimmen zu können, ist eine Meßgenauigkeit im Papier von 500·0,005 mm = 2,5 mm erforderlich. Bei einem Meßdatenabstand von 25 mm ist das mit einfachen Bump-Tests bei weitem nicht möglich.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Einrichtung zur Ermittlung der Auswirkung einer Verstellung von Stellgliedern sowie ein Verfahren zur Herstellung einer Materialbahn zu schaffen, die die genannten Nachteile nicht aufweisen.

Diese Aufgabe wird mit Hilfe eines Verfahrens gelöst, das die in Anspruch 1 genannten Schritte umfaßt und das regelungstechnisch im weiteren Sinne als "Prozeßbeobachter" bezeichnet werden kann. Der Ort an dem sich die Verstellung eines Stellgliedes auswirkt, das bei der Herstellung der Materialbahn

eingesetzt wird, kann auf einfache Weise jederzeit bestimmt werden, ohne daß es des Einsatzes besonderer Markierungseinrichtungen oder zusätzlicher Sensoren bedürfte, die diese Markierungen erfassen. Die Produktion wird nicht durch Testverstellungen und durch das Abschalten einer eventuell vorhandenen Querprofilregelung gestört. Durch das iterative Vorgehen und durch die gleichzeitige Berücksichtigung vieler Stellgliedverstellungen und zugehöriger Profilmessungen ist eine wesentlich genauere örtliche Zuordnung der Stellgliedpositionen zu Positionen auf der Materialbahn möglich, so daß eine aussagefähige Schrumpfkurve ermittelt werden kann.

Die rechnerische Bestimmung der Auswirkung erfolgt unter Heranziehung von Erkenntniswerten über das Verhalten der Materialbahneigenschaften. Die rechnerische Bestimmung der Auswirkung wird verglichen mit tatsächlich -vor und nach einer Stellgliedverstellung- gewonnenen Meßwerten eines Bahneigenschafts-Querprofils, um die Erkenntniswerte so abzustimmen, daß die Rechenergebnisse möglichst genau mit den gemessenen Ergebnissen über die Auswirkung übereinstimmen.

Besonders bevorzugt wird eine Ausführungsform des Verfahrens, bei der eine Vorhersage über den Auswirkungsort der Stellgliedverstellung getroffen wird. Dieses Verfahren zeichnet sich dadurch aus, daß es relativ einfach durchführbar und optimierbar ist.

Bevorzugt wird weiterhin ein Verfahren, das sich dadurch auszeichnet, daß eine Vorhersage über die Form der Auswirkung getroffen wird, beispielsweise über die Weite der Auswirkung am Auswirkungsort oder die Amplitude der Änderung der Materialbahneigenschaften am Auswirkungsort. Auch dieses Verfahren ist relativ einfach durchführbar und führt dazu, daß die Vorhersage über den Auswirkungsort sehr gut optimierbar ist.

Besonders bevorzugt wird ein Verfahren, bei dem solche Stellglieder berücksichtigt werden, die ohnehin zur Herstellung der Materialbahn verwendet und zur Einstellung des Querprofils der Materialbahneigenschaften benötigt werden. Ein derartiges Verfahren zeichnet sich dadurch aus, daß es keiner zusätzlicher Einrichtungen beziehungsweise Stellglieder bedarf, die den Bauraum der Einrichtung zur Herstellung der Materialbahn vergrößern, die Konstruktions- und Produktionskosten erhöhen und gegebenenfalls auch zusätzlichen Wartungsbedarf erfordern. Außerdem wird die laufende Herstellung der Materialbahn nicht durch eine Stellgliedverstellung gestört, die ausschließlich Meßzwecken dient. Die laufende Produktion bleibt also unbeeinträchtigt.

Besonders bevorzugt wird ein Verfahren, bei dem die Stellglieder nur so viel verstellt werden, wie während der Produktion zur Korrektur der Prozeß-Störungen durch eine selbsttätige Querprofilregelung erforderlich ist. Größere Verstellungen würden die Produktion stören und die Papierqualität mindern.

Bevorzugt wird ein Verfahren, bei dem die Vorhersagen schrittweise in der Art abgewandelt werden, daß zunächst eine möglichst allgemeine Aussage über das Verhalten der Materialbahneigenschaften getroffen wird, die sich insbesondere dadurch auszeichnet, daß sie auch bei einem schlechten "Rausch zu Nutz-Signal Verhältnis" noch mit guter Genauigkeit schnell getroffen werden kann.

Eine einfache Aussage könnte zum Beispiel sein: Die Ränder der Papierbahn sind um einen gewissen Betrag verschoben gegenüber der Position die sie in der Maschine an der Meßstelle haben sollten, wenn es keinen Schrumpf und kein seitliches Verlaufen gäbe. Die beiden Beträge der Verschiebung sind zu bestimmen.

Eine erste Verfeinerung dieser Aussage wäre beispielsweise: Der Querschrumpf ist an den Rändern stärker als in der Mitte und das sich ergebende Querschrumpf-Querprofil hat eine schüsselförmige Kontur, deren Amplitude zu bestimmen ist.

Es zeigt sich also, daß mit diesem Verfahren Hilfseinrichtungen zur Messung der Position der Randabschnittseinrichtungen und der Papierränder entfallen können.

Weiterhin wird ein Verfahren bevorzugt, bei dem die Vorhersage über die Materialbahneigenschaften eine möglichst genaue Bestimmung des Querschrumpfverhaltens umfaßt.

Besonders bevorzugt wird schließlich ein Verfahren, bei dem eine Mittelung der Ergebnisse bei der Bestimmung des Querschrumpf-Querprofils für eine Anzahl von Vorhersagen und/oder für eine Anzahl von Stellglied-Verstellungen durchgeführt wird. Eine derartige Mittelung führt dazu, daß der Fehler bei der rechnerischen Bestimmung der Auswirkung auf ein Minimum reduziert wird.

Weitere Ausführungsformen des Verfahrens ergeben sich aus den übrigen Unteransprüchen.

Die oben genannte Aufgabe wird auch durch eine Einrichtung gelöst, die die in Anspruch 19 genannten Merkmale umfaßt. Dadurch, daß die Recheneinheit Vorhersagen beziehungsweise Erkenntniswerte über das Verhalten der Materialbahneigenschaften bei der Verstellung eines Stellglieds verarbeitet und anhand dieser Erkenntniswerte und mittels einer Zuordnungsregel die Auswirkung rechnerisch bestimmt, ist es jederzeit möglich, den Ort, der der Veränderung eines Stellglieds zuzuordnen ist, on-line vorherzusagen und ein exaktes Querprofil einer Materialbahneigenschaft zu ermitteln und/oder einen seitlichen Versatz der Bahn zu bestimmen.

Die genannte Aufgabe wird schließlich durch ein Verfahren mit den in Anspruch 22 genannten Merkmalen gelöst.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein schematisches Blockschaltbild einer Einrichtung zur Ermittlung der Auswirkung von Stellgliedverstellungen;

Figur 2 Diagramme zur Erläuterung des Verfahrens zur Ermittlung eines Querprofils;

Figur 3 einen schematischen Aufbau einer Papierherstellungsmaschine und

Figur 4 einen Zweischichten-Stoffauflauf zur Erzeugung einer Faserstoff-Bahn mit einem schematisch dargestellten Leitungssystem.

Bei einer Materialbahn können verschiedene Materialbahneigenschaften erfaßt werden, beispielsweise das Flächengewicht, die Feuchte, der Querschrumpf, die Faserlage, die Rauhigkeit, die Festigkeit, die Elastizität, die Opazität, die Glätte, der Füllstoffgehalt, die Dicke, die Formation. Als Querprofil werden die über die Breite der Bahn erfaßten Meßwerte bezeichnet.

Unterstellt wird, daß zur Herstellung einer Materialbahn über einen Stoffauflauf eine Wasser-Faserstoff-Suspension, die gegebenenfalls auch Füllstoffe umfaßt, in eine Siebpartie (Former) eingebracht wird und daß die dort gebildete Faserstoff-Bahn -beispielsweise Papier-Bahn- über eine Pressenpartie Trockenpartie zugeführt wird. Der Stoffauflauf kann so ausgebildet sein, daß Stellglieder zur Beeinflussung der Materialeigenschaften vorgesehen sind. Beispielsweise kann der Wasser-Faser-

stoff-Suspension ein sogenannter Neben-Stoffstrom zugeleitet werden, der beispielsweise aus Verdünnungswasser oder aus einer zweiten Papierstoffsorte, jedoch mit anderer, vorzugsweise geringerer Stoffdichte besteht. Die Querverteilung im Stoffauflauf wird durch mehrere sektionale Zuführleitungen eingestellt, die jeweils ein als Stellglied bezeichnetes Steuerventil aufweisen. An der Zusammenführung der Wasser-Faserstoff-Suspension mit dem Neben-Stoffstrom können wiederum als Stellglieder bezeichnete Mischventile vorgesehen sein. Stellglieder der hier angesprochenen Art können auch an anderen Stellen der Papiermaschine, beispielsweise in einem Dampfblaskasten in der Pressen- oder Trockenpartie oder aber in einer Nachbehandlungseinrichtung, zum Beispiel in einer Streichmaschine, vorgesehen sein.

In Figur 1 ist eine Einrichtung 1 zur Ermittlung der Auswirkung von Stellgliedverstellungen dargestellt, die hier zusätzlich zur Ermittlung eines Querschrumpf-Querprofils und zur Erfassung des seitlichen Bahnverlaufnes dient. Die Materialbahn 3 wird von links nach rechts durch die Darstellung in Figur 1 geleitet, was durch einen Pfeil angedeutet ist. Links in Figur 1 ist gestrichelt ein Stoffauflauf 5 eingezeichnet, der zahlreiche quer über die Materialbahn 3 verteilte Stellglieder 7 aufweist, von denen hier lediglich eines dargestellt ist. Die anderen liegen außerhalb der Darstellungsebene von Figur 1. Die Stellglieder 7 sind über eine Steuerleitung 9 mit einer Recheneinheit 11 verbunden. In einem Abstand zum Stoffauflauf 5 ist an einer be-

liebigen Stelle der Vorrichtung zur Herstellung der Materialbahn 3 eine Meßeinrichtung 13 zur Ermittlung von Bahneigenschafts-Querprofilen. Diese kann beispielsweise am Ende einer Papierherstellungsmaschine jenseits der Trockenpartie angeordnet sein. Es ist jedoch auch möglich, mehrere derartige Meßeinrichtungen innerhalb der Papierherstellungsmaschine vorzusehen.

Die Meßeinrichtung 13 ist über eine Meßleitung 15 mit der Recheneinheit 11 verbunden. Über eine Eingabeleitung 17 können zusätzliche -unten noch eingehender abgehandelte- Informationen über das Querprofil der Materialbahn 3 in die Recheneinheit 11 eingegeben werden. Auf einer Ausgabeleitung 19 werden die Rechenergebnisse der Recheneinheit 11 ausgegeben.

In Figur 1 ist ein schematisches Balkendiagramm 21 eingezeichnet, an Hand dessen angedeutet werden soll, daß die verschiedenen quer über die der Materialbahn 3 verteilten Stellglieder 7 unterschiedliche Einstellungen aufweisen.

Neben der Meßeinrichtung 13 ist schematisch ein Diagramm 23 wiedergegeben, das ein von der Meßeinrichtung erfaßtes Meßsignal wiedergibt. Entsprechend der verschiedenen Einstellungen der Stellglieder 7 und weiterer Prozeßparameter ergeben sich unterschiedliche Meßsignale über die Bahnbreite. Durch die gezackte Linie wird angedeutet, daß das Meßsignal stark von Meßrauschen und Prozeßstörungen überlagert ist.

Anhand von Figur 2 soll der Zusammenhang zwischen der Einstellung verschiedener Stellglieder 7 und dem Meßsignal im Diagramm 23 näher erläutert werden.

Dazu sind in Figur 2 mehrere Diagramme übereinander dargestellt. In dem obersten Diagramm 1 ist der Abstand x eines Stellglieds 7 zu einer beispielsweise außerhalb der Papierbahn liegenden, entlang der Papierherstellungsmaschine verlaufenden, gedachten Bezugslinie 25 angedeutet, die hier gestrichelt eingezeichnet ist. In dem darunterliegenden, zweiten Diagramm von oben ist eine Anzahl von durch Kreuze angedeuteten Stellgliedern dargestellt. Ein Stellglied 7/1 befindet sich beispielsweise in einem Abstand x_1 zu dieser Bezugslinie 25 und hat hier eine "positive" Einstellung mit einer entsprechenden "Breitenwirkung". Ein weiteres Stellglied 7/2 hat einen Abstand x_2 zu der Bezugslinie 25. Es wird hier rein beispielhaft von einer "negativen" Einstellung mit einer entsprechenden "Breitenwirkung" dieses Stellglieds ausgegangen. Mit "Breitenwirkung" wird hier die Weite der Auswirkung der Stellgliedverstellung am Auswirkungsort bezeichnet.

Unterhalb des zweiten Diagramms, in dem die einzelnen Stellglieder durch Kreuze gekennzeichnet sind, ist die erwartete Reaktion im Querprofil der Materialbahn 3 beziehungsweise die vorausgesagte Auswirkung in dem als Kurve a gekennzeichneten dritten Diagramm wiedergegeben. Aufgrund der "positiven" Einstellungen des Stellglieds 7/1 könnte sich im Querprofil, je nachdem, welche Bahneigenschaft das

Stellglied beeinflußt, eine örtlich erhöhte Feuchtigkeit oder eine örtlich größere Materialstärke einstellen, die zu einem örtlich erhöhten auch als basis weight bezeichneten Flächengewicht führt. Entsprechend würde sich aufgrund der "negativen" Einstellung des Stellglieds 7/2 eine reduzierte Feuchtigkeit beziehungsweise verminderte Materialstärke an einem Ort einstellen, der diesem zweiten Stellglied zugeordnet ist. In der Kurve a wird im Rahmen einer ersten auf Erkenntniswerten beruhenden Vorhersage beziehungsweise ersten Hypothese davon ausgegangen, daß die der Einstellung der Stellglieder 7/1 und 7/2 entsprechenden Orte x'_1 und x'_2 beziehungsweise Positionen der Antworten beziehungsweise Auswirkungen in der Materialbahn beziehungsweise Papierbahn exakt den Stellgliedpositionen x_1 und x_2 entsprechen. Die erwarteten Antwort-Positionen beziehungsweise Auswirkungsorte liegen also im Abstand x'_1 beziehungsweise x'_2 von der Bezugslinie 25. Dies ist hier durch Pfeile angedeutet.

Durch eine Änderung der Stellglieder 7/1 und 7/2, die sich gemäß dem ersten Diagramm an den Positionen x_1 und x_2 befinden, ergibt sich eine Änderung des von der in Figur 1 dargestellten Meßeinrichtung 13 erfaßten Querprofils, das in der Kurve b wiedergegeben ist, und das in Figur 1 im Diagramm 23 dargestellt wurde. Auch in Figur 2 ist angedeutet, daß das dem Querprofil entsprechende Meßsignal durch Meßrauschen und Prozeßstörungen überlagert ist. Eine örtliche Erhöhung des Querprofils, die auf eine Verstellung des Stellglieds 7/1 zurückzuführen ist, ist erkennbar, ebenso eine örtliche Erniedri-

gung des Querprofils, die auf einer Änderung des Stellglieds 7/2 beruht. Es wird jedoch deutlich, daß zum Beispiel infolge einer beim Trocknen der Bahn erfolgten Querschrumpfung oder eines seitlichen Verlaufens der Bahn die Reaktion im Querprofil gegenüber der Bezugslinie 25 -einmal nach rechts und einmal nach links- verschoben ist. Die Verlagerung der Reaktion ist hier durch Δx_1 und Δx_2 angedeutet.

Es zeigt sich, daß die in der Kurve a wiedergegebene Vorhersage, daß die Reaktion im Querprofil, also der Auswirkungsort exakt den Stellgliedpositionen entspricht, nicht genau zutrifft. Es werden daher mehrere auf abgewandelten Erkenntniswerten beruhende weitere Vorhersage bezüglich der erwarteten Auswirkung im Querprofil getroffen. Die beste Vorhersage ist in der Kurve c wiedergegeben. Es zeigt sich, daß die Antwort des Stellglieds 7/1 näherungsweise an der Stelle $x"_1$ erfolgt und daß die Antwort auf eine Verstellung des Stellglieds 7/2 näherungsweise an dem Ort $x"_2$ erfolgt. Die zugrundeliegenden Erkenntniswerte wurden so optimiert, daß die Übereinstimmung zwischen dem Meßsignal in der Kurve b und dem aufgrund der Vorhersage berechneten Ort gemäß der Kurve c optimal ist. Zusätzliche Erkenntniswerte beziehungsweise Erkenntniswerte die zur ersten Vorhersage a führten, können dem Rechner 11, beispielsweise über die in Figur 1 eingezeichnete Leitung 15, eingegeben werden. Der Rechner kann die Erkenntniswerte jedoch auch vollständig automatisch generieren und daraus Voraussagen bezüglich der Auswirkungen berechnen. Für die

anfänglichen Erkenntniswerte sowie für die Regeln zur Abstimmung der Erkenntniswerte sind a priori Kenntnisse verwendbar beziehungsweise in den Rechner eingebbar.

Es ist möglich, daß die Erkenntniswerte über die Orte der Auswirkung von Stellgliedverstellung zunächst nur auf folgenden einfachen Aussagen basieren:

- Es gibt ein seitliches Verlaufen der Bahn, dessen Amplitude zu bestimmen ist.

- Es gibt einen Querschrumpf der Bahn während des Fertigungsprozesses, der zunächst an allen Orten der Bahn als gleich groß (prozentual) angenommen wird, und dessen Größe zu bestimmen ist.

Die Erkenntniswerte können in einem fortgeschrittenem Verfahrensschritt schrittweise verfeinert werden beispielsweise durch Aussagen:

- Der Querschrumpf ist an den Rändern stärker als in der Mitte und das sich ergebende Querschrumpf-Querprofil hat eine schüsselförmige Kontur, deren Amplitude zu bestimmen ist.

- Der Querschrumpf tritt auf der einen Maschinenhälfte stärker auf als auf der anderen. Die Größe des Unsymmetriefaktors ist zu bestimmen.

Aus Figur 2 wird also das Grundprinzip des hier angesprochenen Verfahrens zur Ermittlung eines Querschrumpf-Querprofils deutlich. Zunächst wird also bei einer Verstellung eines Stellglieds, hier des Stellglieds 7/1 beziehungsweise 7/2, an Hand einer ersten Vorhersage die erwartete Reaktion im Querprofil berechnet (siehe Kurve a). In der Kurve a wird beispielsweise die Vorhersage getroffen, daß die Position der Antworten im Querprofil exakt an den Orten erfolgt, die auch den Stellgliedpositionen entspricht. Es zeigt sich, daß hier eine Abweichung zwischen dem berechneten Wert der Kurve a und dem tatsächlichen Meßwert der Kurve b gegeben ist, die durch das Querschrumpfen oder seitliche Verlaufen der Bahn hervorgerufen wird.

Es werden daher die Erkenntniswerte beziehungsweise die Vorhersage abgewandelt und die erwartete Reaktion neu berechnet. Die unter Heranziehung der besten Vorhersage getroffene Berechnung ist in der Kurve c wiedergegeben. Die hier vorliegende Vorhersage geht davon aus, daß die Antwort der Verstellung des Stellglieds 7/1 an der Stelle $x"_1$ erfolgt und daß die Antwort von dem Stellglied 7/2 an dem Ort $x"_2$ erfolgt. Dabei wird von folgender Beziehung ausgegangen: $x" = x' + \Delta x$. Es zeigt sich, daß bei der hier gewählten Vorhersage c die Abweichung zwischen dem in Kurve b gezeigten Meßsignal und dem berechneten Signal der Kurve c sehr gering ist.

Ein Weg, um zu der dieser Vorhersage entsprechenden Kurve c zu gelangen, wäre es, viele Hypothesen über die Orte $x"_1$ und $x"_2$, die sich nur geringfügig un-

terscheiden, zu prüfen und die Hypothese mit der besten Übereinstimmung zu dem in Kurve b dargestellten Meßsignal auszuwählen.

Eine Verfeinerung der Vorgehensweise besteht darin, a priori Kenntnisse zum Beispiel über das Schrumpfverhalten und das Bahnverlaufen in die Berechnung der Hypothesen einfließen zu lassen. Dadurch kann die Anzahl der zu untersuchenden Hypothesen deutlich reduziert werden.

Aus dem zu Figur 2 Gesagtem ergibt sich folgendes: Wenn man an der Stelle x''_1 eine Abweichung beispielsweise des örtlichen Flächengewichts von einem geforderten Maß feststellt, so muß man die aus der Abweichung resultierende Stellgröße demjenigen Stellglied 7 zuführen, das sich im Abstand $x_1 = x''_1 - \Delta x_1$ von der Bezugslinie 25 befindet. Es ist also auf einfache Weise möglich, eine lokale Materialbahneigenschaft einem Stellglied zuzuordnen und damit ein Querschrumpf oder auch ein seitliches Verlaufen der Bahn zu berücksichtigen.

Es ist offensichtlich, daß sich das beschriebene Verfahren auch zu einer on-line Bestimmung eines seitlichen Verlaufens der Papierbahn eignet.

Als besonders geeignetes Berechnungsverfahren zur rechnerischen Bestimmung des Grades der Übereinstimmung der Kurven b und c hat sich das Verfahren der Korrelationsrechnung erwiesen. Ein anderes Maß wäre die mittlere quadratische Abweichung der beiden Kurven.

Vorzugsweise werden bei dem hier beschriebenen Verfahren lediglich solche Stellglieder berücksichtigt, die zur üblichen laufenden Einstellung des Querprofils benötigt werden. Somit kann es sich hier beispielsweise um Stellglieder handeln, die den Stoffauflauf beeinflussen. Es kann also als Stellglied ein Steuerventil oder ein Mischventil in den Zufuhrleitungen des Stoffauflaufs verwendet werden. Denkbar ist aber auch, daß als Stellglieder Einrichtungen verwendet werden, die beispielsweise die Heizleistung der Trockenpartie zonenweise über die Bahnbreite unterschiedlich beeinflussen können. Das hier beschriebene Verfahren beziehungsweise die Einrichtung zur Ermittlung der Auswirkung einer Stellgliedverstellung sind in allen Fällen auf gleiche Weise einsetzbar. Nach dem hier Gesagten können also auch Stellglieder verwendet werden, die das Flächengewicht, die Feuchte, die Dichte oder eine andere Eigenschaft der Material- beziehungsweise Papierbahn beeinflussen.

Bei der Wahl der Vorhersagen beziehungsweise Hypothesen zur Bestimmung der verschiedenen Kurven in Figur 2 wird vorzugsweise schrittweise vorgegangen. Zunächst wird eine Vorhersage getroffen, bei der einerseits nur wenige Größen zu bestimmen sind und andererseits sehr viele Stellwerte und Profilmeßwerte zur Verfügung stehen. Dies gilt beispielsweise für eine Vorhersage über den Gesamt-Querschrumpf der Papierbahn und den -quer zur Papierbahn gemessenen- Ort im Querprofil, an dem sich die Veränderung eines Stellglieds zeigt. Bei der Berücksichtigung einer derartigen Vorhersage kann

eine zuverlässige Bestimmung der Orte sehr schnell geschehen, auch wenn die Stellgrößen sehr klein im Vergleich zum Prozeßrauschen sind.

Bei einer weiteren Vorhersage kann eine etwas genauere Bestimmung des Schrumpfverhaltens getroffen werden. Beispiel: Angenommen es stehen bei einer Produktionsmaschine 50 Querprofilstellglieder 150 gemessenen Querprofildatenwerten gegenüber. Bei jedem Eingriff einer Querprofilregelung werden normalerweise alle Stellglieder um einen kleinen Betrag verstellt, um die Prozeßstörungen auszugleichen. Nach der Verstellung und nach dem Vergleich der Querprofile vor und nach der Verstellung stehen also 150 + 50 Informationen zur Verfügung, die ausgewertet werden können. Soll zum Beispiel nur eine Aussage über den Gesamtschrumpf und über den Betrag des seitlichen Verlaufens der Bahn eine Aussage gemacht werden, sind nur zwei Informationen beziehungsweise zwei Zahlenwerte aus den zur Verfügung stehenden 200 Informationen zu ermitteln. Das ist auch bei einem sehr großen Prozeß- und Meßrauschen noch gut möglich. Je mehr Aussagen getroffen werden müssen, zum Beispiel zusätzlich über die Weite der Prozeßantwort auf eine Stellgliedverstellung, desto ungünstiger wird das "Rausch zu Nutz-Signal Verhältnis", so daß auch die Informationen beziehungsweise Zahlenwerte die ermittelt werden mit einem Fehler behaftet sind.

Vorzugsweise wird, um ein möglichst genaues Querschrumpf-Querprofil berechnen zu können, nach jeder Verstellung eines Stellglieds 7 das Querschrumpf-

Querprofil mit Hilfe der Recheneinheit 11 ermittelt, indem ein Vergleich der vorhergesagten Auswirkung mit der tatsächlich gemessenen Auswirkung erfolgt und anhand der Abweichungen die Erkenntniswerte abgewandelt werden, bis sich eine bessere oder möglichst gute Übereinstimmung zwischen vorhergesagter und berechneter Auswirkung ergibt.

Um die Genauigkeit des Verfahrens zusätzlich zu erhöhen sind spezielle Verfahren zur Aufbereitung der Querprofilmessungen vor und nach der Verstellung denkbar. Gängige Verfahren wären zum Beispiel der Einsatz von Filteralgorithmen um den Rauschanteil zu reduzieren. Wenn eine Aussage über den zeitlichen Verlauf des Rauschens oder statistischer Kenngrößen getroffen werden kann, zum Beispiel unter Verwendung gemessener Größen, die das Rauschen verursachen, oder die nebenbei entstehen, ist es möglich, das gemessene Querprofil nachträglich teilweise vom bekannten Teil des Rauschens wieder zu befreien, oder die Filter optimal darauf abzustimmen.

Aussichtsreich sind auch örtliche Transformationen und Gewichtungen der gemessenen Profile mit dem Ziel, diejenigen Anteile im gemessenen Profil zu dämpfen, die für die Ermittlung der Auswirkung der Stellglieder wenig gewinnbringend sind.

Um die auf Meßrauschen und Prozeßstörungen beruhenden Fehler auf ein Minimum reduzieren zu können, werden die berechneten Ergebnisse x''_n, wie sie beispielsweise in den Kurven a und c in Figur 2 darge-

stellt sind, unter Berücksichtigung vieler Stellgliedverstellungen ermittelt. Dadurch, daß eine Anzahl von Vorhersagen und auch eine Vielzahl von Stellgliedverstellungen berücksichtigt werden, ist es möglich, die Meßfehler weitestgehend zu eliminieren, auch wenn die Amplitude der Stellgliedverstellungen sehr klein ist.

Im Sinne der vorgeschlagenen Abstufung ist es sinnvoll nur jeweils so viele zeitlich aufeinanderfolgende Stellvorgänge zu benützen, wie notig sind um für die gewünschte Aussage eine ausreichende Genauigkeit zu erzielen.

Beispielsweise sind für die Ermittlung des Gesamtschrumpfes nur wenige oder gar keine Mittelungen erforderlich. Der Gesamtschrumpf wird also innerhalb weniger Verstellungen aller Stellglieder sehr genau ermittelt. Eine feinere Auflösung des Querschrumpf-Querprofils benötigt entsprechend mehr Informationen aus mehr Verstellungen. Die Ermittlung dauert also entsprechend länger.

Anstelle von Mittelungen, wie sie hier vorgeschlagen wurden, können natürlich auch komplexere Filter- oder Schätzalgorithmen eingesetzt werden.

Die in Figur 1 dargestellte Einrichtung weist nur eine Meßeinrichtung 13 auf. Es ist jedoch auch möglich, innerhalb einer Herstellungsvorrichtung beziehungsweise Papiermaschine mehrere Meßstellen -in Förderrichtung der Materialbahn gesehen- hintereinanderliegend anzuordnen. Es kann dann das Quer-

schrumpf-Querprofil an mehreren Stellen innerhalb der Maschine berechnet werden, so daß sich Rückschlüsse darauf ableiten lassen, wie sich der Querschrumpf zwischen verschiedenen Meßstellen verändert hat.

Eine weitere Anwendung der Erfindung besteht darin, den Einfluß einer speziellen Behandlung der Materialbahn in einer geeigneten Nachbehandlungseinrichtung, beispielsweise die Leimung oder Nachbefeuchtung einer Papierbahn, auf den Querschrumpf on-line zu beobachten. Aus der Schrumpfänderung sind dann weitere Prozeßgrößen, beispielsweise die Leimaufnahme des Papiers, ableitbar. Diese Prozeßgrößen können dann für die Bestimmung weiterer Stelleingriffe herangezogen werden.

Aus der Beschreibung der Figuren 1 und 2 ist ohne weiteres ersichtlich, daß sich durch das Verfahren zur Ermittlung eines Querschrumpf-Querprofils einer Materialbahneigenschaft bei der Herstellung einer Faserstoffbahn aus einer Wasser-Faserstoff-Suspension große Vorteile ergeben: Es ist ohne weiteres möglich, an verschiedenen Punkten einer Papierherstellungsmaschine über die Breite einer Materialbahn verschiedene Eigenschaften zu erfassen und gezielt bestimmte Stellglieder der Papierherstellungsmaschine anzusprechen, um die Materialbahneigenschaften gezielt zu beeinflussen. Auf diese Weise können Querprofile für das Flächengewicht, die Feuchte, des Querschrumpfs und/oder der Dicke der Bahn genau eingestellt und beeinflusst werden, beispielsweise kann sogar das Querschrumpf-Querpro-

fil durch örtliches Befeuchten der Bahn gezielt verändert werden.

Andere Einflußgrößen auf den Schrumpf, die gezielt verstellt werden könnten sind beispielsweise Produktions-Prozeßparameter im Bereich des Naßteils, der Presse, der Trockenpartie. Exemplarisch seien hier genannt: örtliche Temperaturverteilung der Papierbahn während des Trocknungsprozesses, das Feuchtequerprofil innerhalb des Trocknungsprozesses oder direkt nach der Presse, die Faserorientierung, örtlich unterschiedlich starke Behinderung des Schrumpfvorganges durch geeignete unterschiedlich starke Fixierung der Bahn in Bahn-Querrichtung. Weitere Einflußgrößen sind denkbar. Welche Einflußgrößen praktisch nutzbar sind, wird sich nach einem längeren Einsatz der vorgestellten Methode zur online Messung des Querschrumpf-Querprofils automatisch herausstellen.

In modernen Papierherstellungsmaschinen sind die Stellglieder, insbesondere die Steuerventile zum Einstellen des spezifischen Flächengewichts in großer Anzahl in sehr geringem Abstand zueinander vorgesehen. Es ist daher überaus wichtig, genau vorhersagen zu können, welches Stellglied zur Beeinflussung einer lokalen Materialbahneigenschaft angesprochen werden muß. Gerade dies ist mit dem hier beschriebenen Verfahren und der im einzelnen dargestellten Einrichtung ohne weiteres möglich.

Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung werden im folgenden anhand der Figuren 3 und 4 näher erläutert.

Figur 3 zeigt eine Papierherstellungsmaschine 31 mit einem Stoffauflauf 33, der mit dem Stoffauflauf 5 gemäß Figur 1 vergleichbar ist. Darüber hinaus weist die Papierherstellungsmaschine 31 eine auch als Former bezeichnete Siebpartie 35, eine Pressenpartie 37 sowie eine Trockenpartie 39 auf. Diese ist mit mindestens einem zonenweise regulierbaren Dampfblaskasten 41 versehen, mit dessen Hilfe das Querprofil der Materialbahn 43, beispielsweise das Trockengehalts-Querprofil beeinflußbar ist.

Die Papierherstellungsmaschine 31 weist außerdem eine Recheneinheit 45 auf, die mit der in Figur 1 dargestellten Recheneinheit 11 vergleichbar ist. Der Stoffauflauf 33 ist mit der Recheneinheit 45 über Signalleitungen 47 und 49 verbunden, über die einerseits beispielsweise die Ist-Stellung verschiedener Stellglieder des Stoffauflaufs 33 erfaßt werden können und die andererseits dazu dienen, Steuersignale an die Stellglieder weiterzuleiten.

Die Papierherstellungsmaschine 31 ist außerdem noch mit einer Meßeinrichtung 51 versehen, die der in Figur 1 dargestellten Meßeinrichtung 13 entspricht und die über eine Signalleitung 53 Meßsignale an die Recheneinheit 45 abgibt. Diese kann mit einem Monitor 55 versehen sein, auf dem sowohl Meß- als auch Steuersignale darstellbar sind.

Aus Figur 3 wird deutlich, daß mit Hilfe der Meßeinrichtung 51 Querprofile der Materialbahn 43 erfaßt werden können. Ein besonders wichtiges Anwendungsfeld der Erfindung ist die sogenannte Flächengewichts-Querprofilregelung, mit deren Hilfe eine möglichst gleichmäßige flächenbezogene Masseverteilung der Materialbahn eingestellt werden soll. Wenn also mit Hilfe der Meßeinrichtung 51 Abweichungen im gewünschten Flächengewicht der Materialbahn, also Abweichungen im Flächengewichts-Querprofil, festgestellt werden, können über die Recheneinheit 45 bestimmte Stellglieder des Stoffauflaufs 33 so angesteuert werden, daß sich die gewünschte Dicke der Materialbahn beziehungsweise das gewünschte Flächengewicht einstellt. Es ist also eine örtliche Beeinflussung der Fasermenge möglich, die über den Stoffauflauf 33 abgegeben wird.

Ebenso ist es mit Hilfe der Recheneinheit 45 möglich, den Dampfblaskasten 41 so anzusteuern, daß einzelne Zonen der Materialbahn 43 mehr oder weniger erwärmt werden. Auf diese Weise läßt sich ein bestimmtes Feuchtigkeits-Querprofil der Materialbahn 43 einstellen und damit letztlich auch das Querschrumpf-Querprofil gezielt beeinflussen.

Es wird nach allem deutlich, daß mit Hilfe der hier beschriebenen Erfindung ein Querprofil einer Materialbahn gezielt beeinflußbar ist, weil die örtlichen Materialbahneigenschaften durch eine gezielte Verstellung verschiedener Stellglieder, sei es von Stellgliedern im Stoffauflauf oder in einem Dampfblaskasten, beeinflußbar sind.

Anhand von Figur 4 soll noch einmal auf die besonders wichtige Anwendung der Erfindung eingegangen werden, nämlich auf die Flächengewichts-Querprofilregelung beziehungsweise auf die Einstellung eines vorbestimmten Flächengewichts-Querprofils einer Materialbahn an einem Stoffauflauf.

Figur 4 zeigt rein beispielhaft einen Zweischichten-Stoffauflauf 33, zusammen mit einem schematisch dargestellten Leitungssystem zum Zuführen von verschiedenen Faserstoff-Suspensionen.

Der Stoffauflauf 33 umfaßt eine Düse 57, die in bekannter Weise durch zwei sich über die Breite der Papierherstellungsmaschine 31 erstreckende Stromführungswände 57a und 57b begrenzt wird. Die Stromführungswände 57a, 57b sind über je einen bekannten Turbulenzgenerator 59 mit einer mittleren stationären Trennwand 61 verbunden. Am auslaufseitigen Ende der Trennwand 61 ist wiederum mittels eines Gelenks 63 eine Lamelle 65 schwenkbar befestigt. Abweichend hiervon kann die Lamelle auch starr an der Trennwand 61 befestigt sein.

Ein erster Hauptstoffstrom, der aus einer ersten Papierstoffsorte besteht, gelangt über eine Quer-Verteilleitung 67 und über eine davon abgezweigte Reihe von sektionalen Zuführleitungen 69 zu einem der beiden Turbulenzgeneratoren 59.

Abweichend von der in Figur 4 gewählten Darstellung kann in jeder der sektionalen Zuführleitungen 69

ein als Volumenstromregler ausgebildetes Stellglied vorgesehen werden.

Ein zweiter Hauptstoffstrom, bestehend aus einer anderen Papierstoffsorte, gelangt über eine Quer-Verteilleitung 71 und über eine davon abgezweigte Reihe von sektionalen Zuführleitungen 73 zu dem anderen Turbulenzgenerator. Damit, falls erforderlich, daß Flächengewichts-Querprofil der herzustellenden Papier- beziehungsweise Materialbahn korrigiert werden kann, ist eine dritte Quer-Verteilleitung 75 vorgesehen, über die ein sogenannter Neben-Stoffstrom zugeführt wird. Dieser besteht zum Beispiel aus Verdünnungswasser oder aus einer zweiten Papierstoffsorte, jedoch mit anderer, vorzugsweise geringerer Stoffdichte. Von der Quer-Verteilleitung 75 sind mehrere sektionale Zuführleitungen 77 mit je einem als Steuerventil 79 ausgebildeten Stellglied abgezweigt.

Jede der Zuführleitungen 77 führt somit einen steuerbaren sektionalen Neben-Stoffstrom zu einer Mischstelle 81, wo er mit einem der sektionalen Hauptstoffströme vermischt wird.

Im Falle eines Dreischicht-Stoffauflaufes wird man das Leitungssystem 71 bis 77 mit dem Steuerventil 79 und den Mischstellen 81 vorzugsweise der mittleren Schicht zuordnen.

Abweichend von der Darstellung in Figur 4 könnte zusätzlich noch folgendes vorgesehen werden: Weitere Zuführleitungen für einzeln steuerbare sektio-

nale Neben-Stoffströme könnten in die sektionale Zuführleitungen 69 für den ersten Hauptstoffstrom einmünden.

Bereits aus der in Figur 4 darstellten Prinzipskizze wird deutlich, daß die Stellglieder in relativ geringem Abstand zueinander angeordnet sein können. Während bei herkömmlichen Typen eines Stoffauflaufs, deren Blendenverstellung insbesondere mit Stellspindeln vorgenommen wird, der Einfluß der Verstellung einer Stellspindel auf das Flächengewichts-Querprofil mehr als den vierfachen Stellgliedabstand entspricht, wirkt sich die Verstellung eines den Neben-Stoffstrom beeinflussenden Stellglieds auf das Flächengewichts-Querprofil etwa im Bereich des zweieinhalbfachen Stellgliedabstandes aus.

Mit Hilfe der Erfindung ist es möglich, trotz des geringen Abstands der Stellglieder, bei einer örtlichen Abweichung des Querprofils der Materialbahn, genau das Stellglied anzusprechen, mit dessen Hilfe sich das gewünschte Querprofil einstellen läßt. Dabei kann aufgrund der relativ hohen Dichte der Stellglieder eine wesentlich verbesserte Papierqualität erreicht werden.

Aus der Beschreibung ergibt sich insgesamt, daß das Verfahren zur Ermittlung der Auswirkung einer Stellgliedverstellung einfach durchführbar ist, und daß dabei der Prozeß zur Herstellung einer Materialbahn in keiner Weise gestört wird, insbesondere keine allein auf der Messung beruhenden Nachteile

für die Bahneigenschaften eintreten. Es bedarf lediglich der Vorhersage der erwarteten Auswirkung anhand von Erkenntniswerten. Durch den Vergleich der theoretisch vorhergesagten Auswirkung mit gemessenen Bahneigenschafts-Querprofil-Werten kann eine Verbesserung der Erkenntniswerte vorgenommen werden, bis die Vorhersage mit dem gemessenen Werten weitgehend übereinstimmt.

Das Verfahren eignet sich zur Vorhersage einerseits über den Auswirkungsort einer Stellgliedverstellung aber auch andererseits über den Verlauf der Bahneigenschaften in der Nähe des Auswirkungsortes,also über die Form der Auswirkung. Die Vorhersagen über die Form der Auswirkung, also über die Weite der Auswirkung am Auswirkungsort und über die Amplitude der Änderungen der Materialbahneigenschaften am Auswirkungsort, werden durch Vergleich mit gemessenen Werten schrittweise immer weiter verbessert. Auf diese Weise kann auch eine Überlagerung der Auswirkung einer Stellgliedverstellung mit den Auswirkungen benachbarter Stellgliedverstellungen vorhergesagt werden. Es zeigt sich nämlich, daß die Weite der Auswirkung der Verstellung eines Stellgliedes oft so breit ist, daß sie sich über mehrere Stellglieder hinweg erstreckt.

Mit Hilfe des Verfahrens zur Ermittlung der Auswirkung der Stellgliedverstellungen kann, nach dem Obengesagten, sowohl ein Querschrumpf-Querprofil einer Materialbahn exakt bestimmt werden als auch das seitliche Verlaufen der Materialbahn innerhalb der Herstellungsmaschine. Das Querschrumpf-Querpro-

fil ist einerseits als wichtiger Qualitätsparameter der erzeugten Bahn von Interesse, andererseits ermöglicht es auch Rückschlüsse auf die Funktion der Produktionsmaschine.

Es zeigt sich, daß die Auswirkung anhand von Erkenntniswerten zunächst ungefähr vorausgesagt werden kann und daß bei der Verstellung mehrerer Spindeln und bei der Ermittlung der Auswirkung der Verstellungen die Vorhersage über die Auswirkung so abgestimmt werden kann, daß sowohl ein Querschrumpf-Querprofil als auch ein seitliches Verlaufen der Bahn erfaßt können.

Insbesondere dadurch, daß nach jeder Verstellung eine Stellgliedes die Auswirkung vorherbestimmt und durch Messung geprüft wird, erhält man eine Fülle von Meßwerten, so daß die Erkenntniswerte optimal abgestimmt werden können. Die Vielzahl der Ermittlungen der Auswirkungen läßt sich am besten durch eine automatische Durchführung des Verfahrens realisieren, so daß schließlich auch eine on-line Bestimmung der Auswirkungen möglich ist.

Aus dem Obengesagten werden die Ziele der beschriebenen Querschrumpfmessung deutlich: Erstens soll eine Querprofilregelung ermöglicht werden, mit deren Hilfe die Zuordnung der Stellgliedpositonen zu den Meßgliedpositonen gegeben ist, so daß die für die optimale Beeinflussung des Querprofils anzusprechenden Stellglieds geortet werden können.

Außerdem soll eine technologische Prozeßbeurteilung möglich sein, beispielsweise in der Trockenpartie eine gleichmäßige Trocknung über die Bahnbreite oder in der Naßpartie eine gleichmäßige Faserorientierung und ein gleichmäßiges Längs- zu Quer-Reißfestigkeits-Verhältnis über die Bahnbreite oder dergleichen.

Bei der technologischen Prozeßbeurteilung ist die exakte Kurvenform des Querschrumpf-Querprofils bedeutsam. Bei der Realisierung einer Querprofilregelung muß der Fehler an jeder Stellgliedposition kleiner als der 0,5-fache Stellgliedabstand sein, damit eine Regelung möglich ist. Bei einem Fehler, der kleiner als der 0,2-fache Stellgliedabstand ist, kann eine sinnvolle Regelung realisiert werden.

Ansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung der Auswirkung einer Verstellung von bei der Herstellung einer Materialbahn eingesetzten, über die Bahnbreite verteilt angeordneten, die Materialbahneigenschaften beeinflussenden Stellgliedern, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei der Verstellung mindestens eines Stellgliedes eine aus Erkenntniswerten über das Verhalten des Bahneigenschafts-Querprofils bei der Veränderung von Stellgliedern abgeleitete Vorhersage über die Auswirkung der Stellgliedverstellung getroffen wird, daß mindestens ein Bahneigenschafts-Querprofil vor und nach der Verstellung der Stellglieder gemessen wird, daß die Vorhersage über die Auswirkung der Stellgliedverstellungen mit der gemessenen Auswirkung verglichen wird, daß die bestehenden Erkenntniswerte abgewandelt werden, bis sich eine bessere Übereinstimmung zwischen vorhergesagter und gemessener Auswirkung ergibt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Vorhersage über die Auswirkungsorte von Stellgliedverstellungen getroffen wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Vorhersage über die geometrische Form der Auswirkungen getroffen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Weite der Auswirkung am jeweiligen Auswirkungsort vorhergesagt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Amplitude der Änderung der Materialbahneigenschaften im jeweiligen Auswirkungsort vorhergesagt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Querschrumpf-Querprofil aus den Auswirkungsorten ermittelt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das seitliche Verlaufen der Materialbahn aus den Auswirkungsorten ermittelt wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß nur die Verstellung der Stellglieder berücksichtigt wird, die zur laufenden Einstellung der Bahneigenschafts-Querprofile benötigt werden.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Verstellung der Stellglieder nur so gewählt wird, wie es

zur laufenden Einstellung der Bahneigenschafts-Querprofile notwendig ist.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, daß die Verstellung der Stellglieder durch eine automatische Bahneigenschafts-Querprofilregelung erfolgt.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Verfahren durch einen Steuerungsrechner automatisch durchgeführt wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Verfahren on-line durchgeführt wird.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, daß die Verstellung der Stellglieder zur Beeinflussung von Flächengewicht, Feuchte und/oder Dichte der Materialbahn berücksichtigt wird.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Erkenntniswerte über das Verhalten der Materialbahneigenschaften zunächst aufgrund allgemeiner, einfacher Aussagen über das Verhalten der Materialbahneigenschaften gewonnen werden.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Erkenntniswerte schrittweise abgewandelt werden, wobei zunächst eine möglichst allgemeine, einfache Aussage über das Verhalten der Materialbahneigenschaf-

ten getroffen wird und schließlich eine Voraussage, die das tatsächliche Querprofil der Materialbahn möglichst genau wiedergibt.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach jeder Verstellung der Stellglieder das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15 durchgeführt wird.

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Mittelung oder Filterung der Ergebnisse bei der Bestimmung der Auswirkung für eine Anzahl von Vorhersagen, und/oder für eine Anzahl von zeitlich nacheinanderliegenden Stellgliedverstellungen und/oder für eine Anzahl einzelner Querprofilmessungen durchgeführt wird.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Grad der Übereinstimmung von Messung und Vorhersage rechnerisch bestimmt wird, vorzugsweise mit mittels einer Korrelationsrechnung oder durch Auswertung der mittleren quadratischen Abweichung.

19. Einrichtung zur Ermittlung der Auswirkung der Verstellung von bei der Herstellung einer Materialbahn eingesetzten, über die Bahnbreite verteilt angeordneten, die Materialbahneigenschaften beeinflussenden Stellgliedern, insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 18, mit einer Meßeinrichtung zur Erfassung des Querprofils einer Materialbahneigenschaft, mit

Stellgliedern zur Beeinflussung des Querprofils der Materialbahneigenschaft und mit einer Recheneinheit zur Bestimmung der Auswirkung einer Stellgliedverstellung, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Recheneinheit (11) Erkennntniswerte über das Verhalten der Materialbahneigenschaften bei der Verstellung eines Stellgliedes (7) verarbeitet werden.

20. Einrichtung nach Anspruch 19, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Recheneinheit (11) die Auswirkung anhand der Erkenntniswerte on-line bestimmt.

21. Einrichtung nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß mehrere -in Laufrichtung der Materialbahn hintereinanderliegende- Meßeinrichtungen vorgesehen sind.

22. Verfahren zur Herstellung einer Materialbahn, insbesondere einer Papier- oder Kartonbahn aus einer Wasser-Faserstoff-Suspension, bei dem eine Anzahl über die Bahnbreite verteilt angeordneten und wenigstens eine der Bahn-Eigenschaften (beispielsweise das spezifische Flächengewicht) beeinflussenden Stellgliedern eingesetzt werden, bei dem man mittels einer Meßeinrichtung das Querprofil der genannten Bahneigenschaften mißt und aus den Meßwerten Stellgrößen gewinnt, die auf die Stellglieder derart wirken, daß sich das gewünschte Bahneigenschafts-Querprofil einstellt, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei der Verstellung eines Stellgliedes die nach Anspruch 1 bis 18 ermittelten Auswirkungen von Stellgliedverstellungen berücksichtigt werden.

23. Verfahren nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet**, daß das ermittelte Querschrumpf-Querprofil die Grundlage für eine on-line Überwachung und Beeinflussung des Querschrumpf-Querprofils selbst ist.

24. Verfahren nach Anspruch 21 und 22, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Flächengewichts-Querprofil durch eine sektional einstellbare Faserstoffmenge in einem Stoffauflauf geregelt wird.

25. Vorrichtung zur Herstellung einer Materialbahn, insbesondere einer Papier- oder Kartonbahn, insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 22 bis 24.

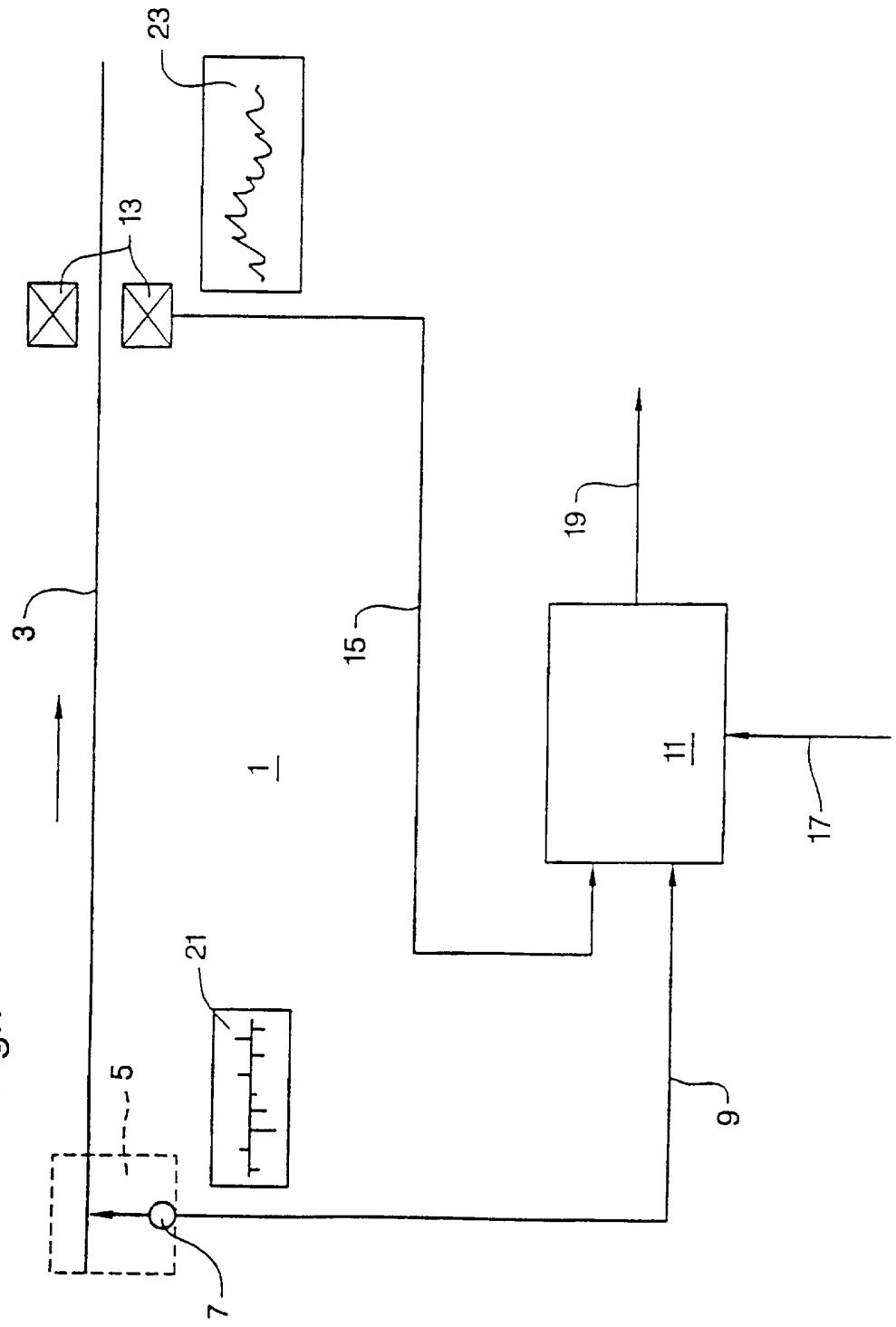
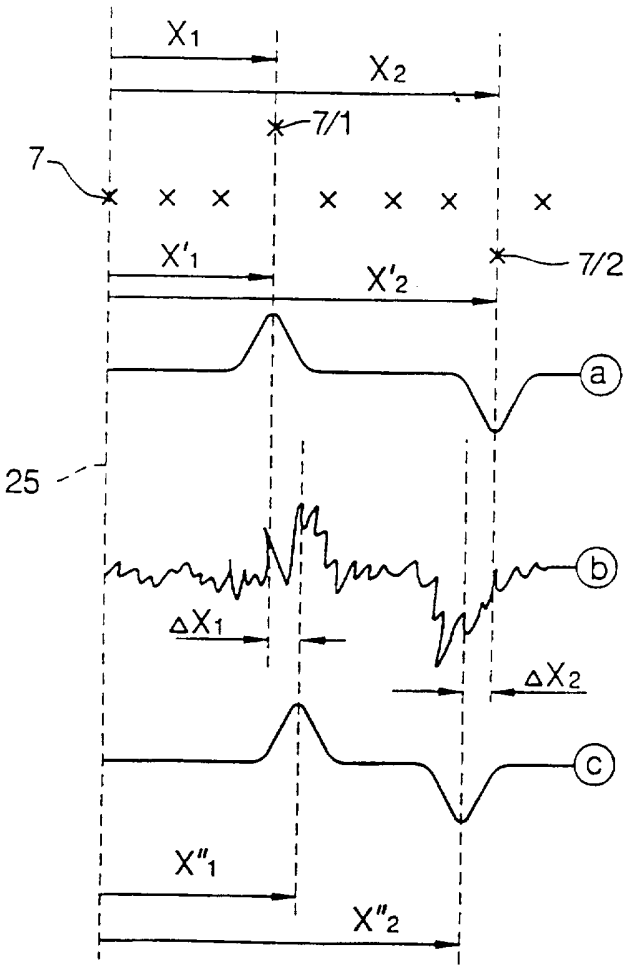


Fig.1

Fig.2



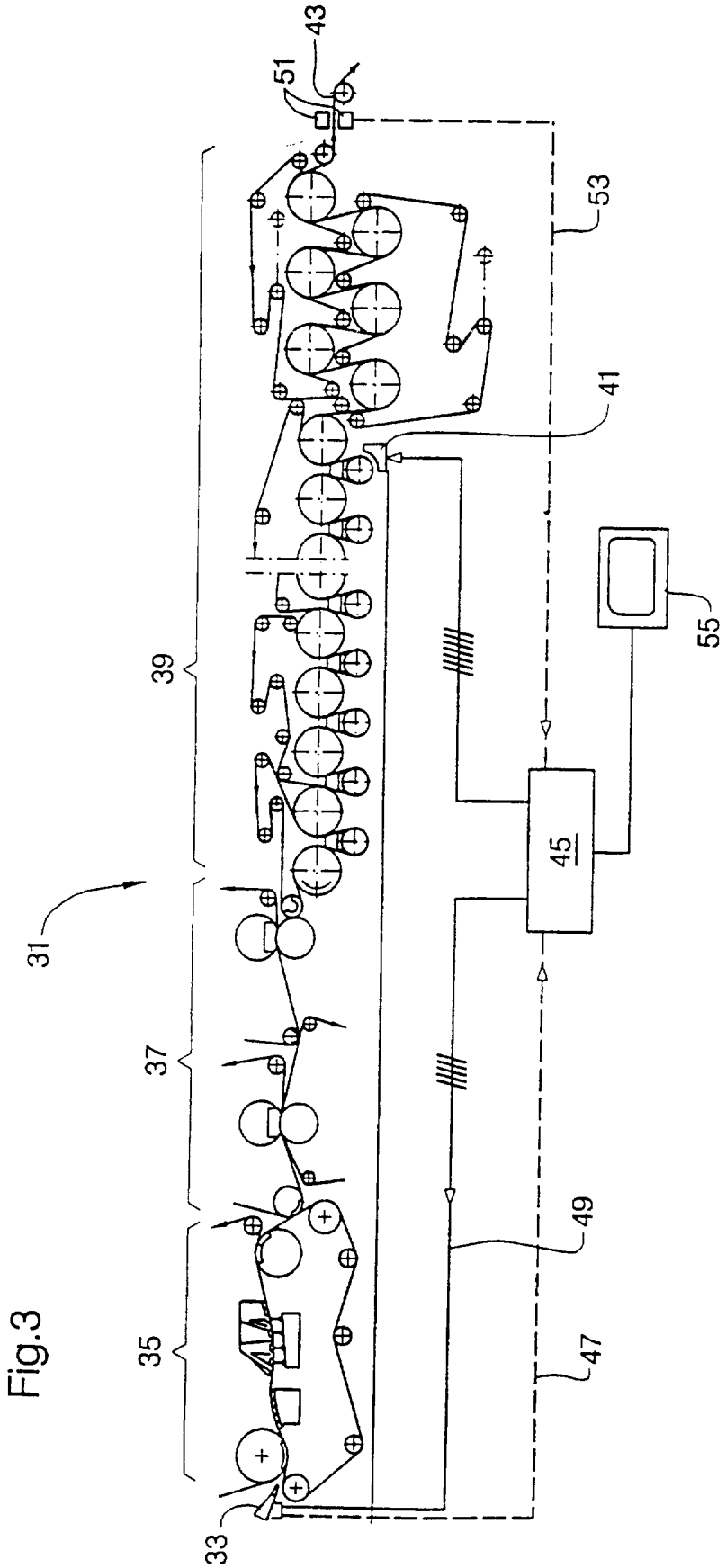
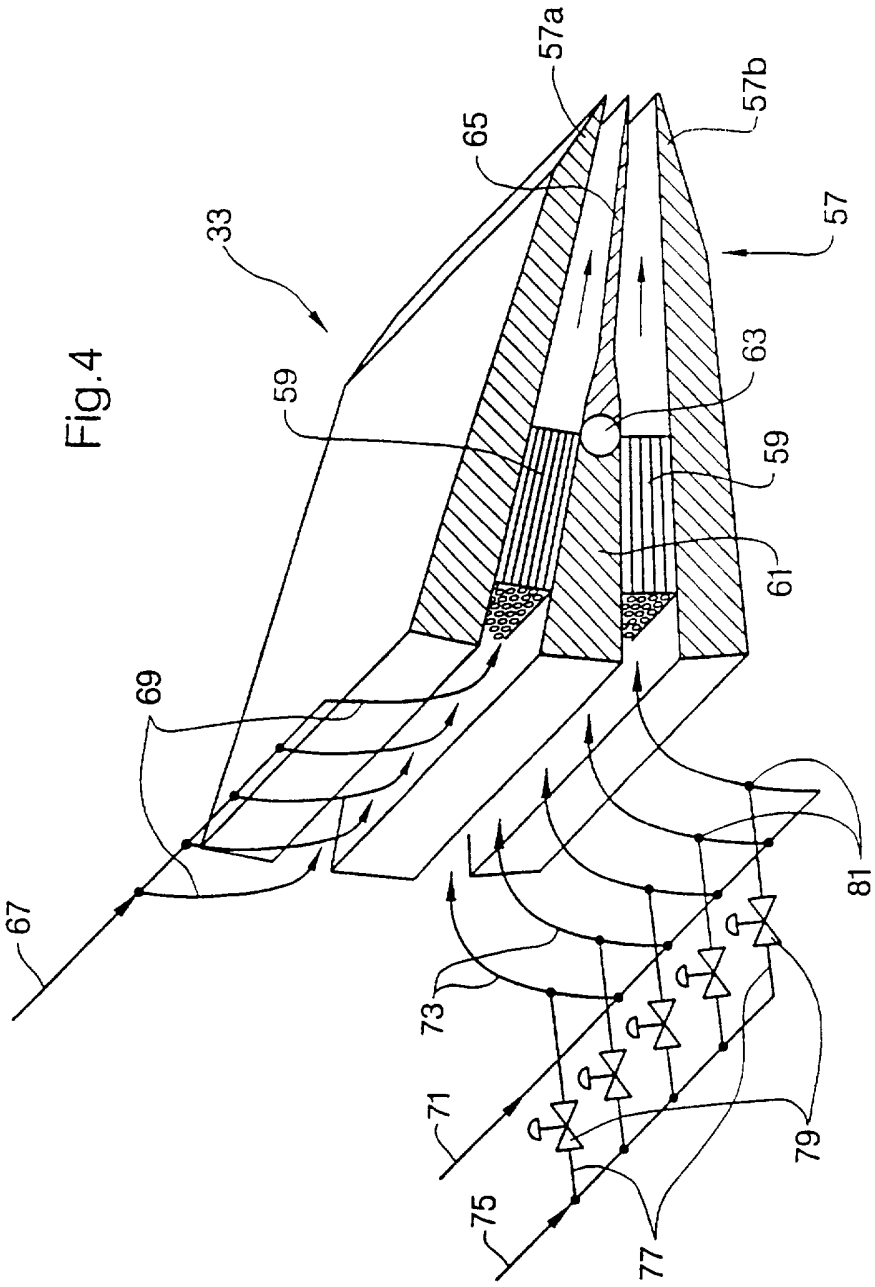


Fig.3

Fig.4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int onal Application No
PCT/EP 96/04639

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 D21G9/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 D21G D21F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 42 38 037 A (VOITH) 8 April 1993 see the whole document	1-5, 8-20,22, 24
X	US 5 400 247 A (HE) 21 March 1995 see the whole document	1-5, 8-16,19, 20,22,24

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

1

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
28 February 1997	11.03.97

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016	De Rijck, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

.nformation on patent family members

Inte: ›nal Application No
PCT/EP 96/04639

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4238037 A	08-04-93	NONE	
US 5400247 A	21-03-95	DE 19501077 A	18-07-96

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. ionales Aktenzeichen
PCT/EP 96/04639

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 D21G9/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 D21G D21F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 42 38 037 A (VOITH) 8.April 1993 siehe das ganze Dokument ---	1-5, 8-20,22, 24
X	US 5 400 247 A (HE) 21.März 1995 siehe das ganze Dokument -----	1-5, 8-16,19, 20,22,24

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zumVerstandnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

1

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
28.Februar 1997	11.03.97

Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehorde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europaisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+ 31-70) 340-3016	De Rijck, F

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 96/04639

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4238037 A	08-04-93	KEINE	
US 5400247 A	21-03-95	DE 19501077 A	18-07-96